

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Diseño y construcción del Chasis de un Vehículo Eléctrico Monoplaza de
uso urbano”

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

David Eduardo Valle Villamarín

José Tomás Campoverde Ordoñez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2017

AGRADECIMIENTOS

A Dios, en memoria de mi amada esposa Boreana Gómez de la Torre, por su amor incondicional, ejemplo de vida a seguir, a mi padre Manuel Campoverde, por sus sabios consejos de vida, en memoria de mi madre Dolores Ordóñez quién me guio en mi diario vivir, a mis hermanos y hermanas.

A mi director, a mi tutor y a mis profesores que con sus cátedras, apoyo y conocimiento contribuyeron en la elaboración de este proyecto.

José Campoverde Ordóñez

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios, a mis padres, por su amor y apoyo en todo momento. A mis abuelitos, que, aunque ya no estén conmigo me inculcaron la unión y el amor a la familia, a Olguita que me mostró que el amor a los hijos es el motor, motivación, y fuerza más grande, a mi Sofi, que con su amor y empuje me motivó para cumplir este logro, a mis hermanos, tíos y primos.

Al Dr. Jorge Amaya, que en mis últimos semestres me apoyó en todo momento, a mi director, mis profesores y compañeros que contribuyeron en la culminación de este proyecto.

David Valle Villamarín

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

David Eduardo Valle Villamarín

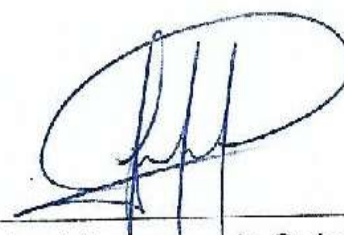
José Tomás Campoverde Ordoñez

Jorge Luis Amaya Rivas, Ph.D.

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".



David Valle Villamarín
Autor 1



José Campoverde Ordoñez
Autor 2



Jorge Amaya Rivas, Ph.D.
Tutor de Materia Integradora

RESUMEN

El presente proyecto nace de la necesidad de nuestro país de empezar a desarrollar tecnologías alternativas en la automoción siguiendo las actuales tendencias mundiales, preocupándonos sobre nuestro aporte a la contaminación mundial con la generación de CO_2 que ayudan a incrementar el problema del calentamiento global, para lo cual se propone, en un primer estudio el diseño y construcción de un chasis para un vehículo eléctrico monoplaza de uso urbano, donde se marcará el inicio para en el futuro culminar el vehículo en su totalidad, creando así un banco de información desde la academia para que en el futuro la industria de automoción del país pueda empezar a desarrollar esta tecnología, el vehículo al ser pensado para implementación en la industria debe cumplir con todas las normas y requisitos de validación de seguridad bajo los lineamientos de la RFEDA, de la FIA y del EURO NCAP, donde se requiere un análisis estructural mediante el uso del software de análisis estructural ANSYS, así como también realizar un análisis de los costos de fabricación y los planos de construcción.

El diseño del chasis empieza desde el diseño de forma de la carrocería del vehículo, obtenida mediante la ayuda del software Inventor (Autodesk, San Rafael, CA.), para luego en base a este diseño darle la forma al chasis. Una vez que se tiene el diseño de forma del chasis se procedió a analizar su estructura mediante el uso del software ANSYS (ANSYS, Inc., Canonsburg, PA.) usando para análisis FEA el peso total del vehículo incluyendo componentes no incluidos en este estudio como son el sistema de propulsión y acabados del vehículo final, también se lo analizó bajo las normas de homologación de estructuras de la RFEDA en la que especifica que se debe fijar cargas para simulación de la siguiente manera, las cargas frontal, posterior y lateral como 3,5 veces el peso y la carga de compresión en 7,5 veces el peso, con el material seleccionado que fue el acero ASTM A36 para la base del chasis y el acero ASTM A513 GRADO C, porque son aceros que están presentes en el mercado nacional y cumple con el reglamento de seguridad de la RFEDA, FIA y EURO NCAP. Una vez obtenidos los planos de diseño se procedió a construir el chasis mediante el uso de cortadoras de plasma para las formas más complicadas, ayudados de dobladoras, roladoras uniéndolas con soldadura tipo TIG.

Palabras Clave: Chasis, diseño, análisis estático, vehículo eléctrico.

ABSTRACT

This project was born from the need of our country to start developing alternative technologies in the automotive industry following current world trends, worrying about our contribution to global pollution with the generation of CO₂, which helps to increase the problem of global warming; for which it is proposed, in a first study, the design and construction of a chassis for a single-seat electric vehicle for urban use, where the start will be marked in the future to complete the vehicle in its entirety. Creating an information bank from the academy so that in the future the automotive industry of the country can begin to develop this technology, the vehicle to be designed for implementation in the industry must comply with all standards and requirements of safety validation under the guidelines of the RFEDA, and the FIA, where a structural analysis is required through the use of the ANSYS software (ANSYS, Inc., Canonsburg, PA.), as well as an analysis of the costs of manufacture and construction plans.

The design of the chassis starts from the design of the body of the vehicle, obtained through the software Inventor (Autodesk, San Rafael, CA.), then based on this design give shape to the chassis. Once you have the design of the chassis shape, we proceeded to perform the FEA analysis using the ANSYS software, using for the analysis the total weight of the vehicle, including components not studied in this project such as the propulsion system and vehicle finishes. Finally, it was also analyzed under the rules of homologation of structures of the RFEDA in which it specifies that charges must be set for simulation in the following way, the frontal, posterior and lateral loads as 3.5 times the weight and the load of compression in 7.5 times the weight, with the selected material that was steel ASTM A36 for the base of the chassis and steel ASTM A500 GRADE C, because they are steels that are present in the national market and comply with the safety regulations of the RFEDA, and FIA. Once the design drawings were obtained, the chassis was built using plasma cutters, for the most complicated shapes, bending machines, rollers and joining them with TIG welding.

Keywords: Chassis, design, static analysis, electric vehicle.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE PLANOS.....	X
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
1.3 Marco teórico.....	2
CAPÍTULO 2.....	13
2 Metodología	13
2.1 Ingeniería Conceptual	14
2.1.1 Diseño de forma.....	14
2.2 Ingeniería básica	16
2.2.1 Selección de dimensiones.	16
2.2.2 Distribución de componentes.....	18
2.2.3 Diseño Estructural.....	20
2.2.4 Selección de Materiales	21
2.2.5 Parámetros de entrada para la simulación	22

2.2.6	Análisis Estático.....	28
2.3	Ingeniería de detalle.....	28
2.3.1	Análisis FEA.....	29
2.3.2	Costos de implementación.....	30
2.4	Manufactura.....	31
2.4.1	Revisión de planos.....	31
2.4.2	Construcción.....	32
2.4.3	Revisión final.....	33
CAPÍTULO 3.....		34
3	Resultados.....	34
3.1	Ingeniería Conceptual.....	34
3.2	Ingeniería Básica.....	35
3.3	Ingeniería de detalle.....	42
3.3.1	Simulación.....	44
3.3.2	Análisis de Costos.....	55
3.4	Manufactura.....	59
3.4.1	Construcción.....	59
CAPÍTULO 4.....		65
4	Discusión y Conclusiones.....	65
4.1	Conclusiones.....	66
4.2	Recomendaciones.....	66
BIBLIOGRAFÍA		
APÉNDICES		

ABREVIATURAS

ESPOL:	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
ASTM:	American Society for Testing and Materials.
RFEDA	Real Federación Española de Automovilismo.
FIA:	Federación Internacional de Automovilismo.
VE'S:	Vehículos eléctricos
MEF	Método de Elementos Finitos
FEA :	Finite Element Analysis
TIG:	Tungsten Inert Gas
SMAW:	Shield metal arc welding
ANSYS:	Analysis System
ISO	International Organization for Standardization
CC	Corriente Continua
CA	Corriente Alterna
CNC	Control Numérico Computarizado

SIMBOLOGÍA

A	Aceleración
F	Fuerza
F _f	Fuerza de Fricción
G	Gravedad
GPa	Giga Pascal
H	Hora
Hp	Horse Power
In	Inche / pulgada
Kg	Kilogramo
Kw	Kilo Watts
M	Metro
mm	Milímetro
MPa	Mega Pascal
N	Newton
Pa	Pascal
R ₁	Reacción 1
R ₂	Reacción 2
S	Segundo
VM	Von Mises
W	Peso
W	Vatios
σ_f	Esfuerzo de fluencia
L ₁	Longitud 1
L ₂	Longitud 2
L ₃	Longitud 3
C _g	Centro de gravedad

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Motor de imán permanente	3
Figura 1.2 Controlador Alltrax.....	4
Figura 1.3 Sistema de propulsión con motor CC	5
Figura 1.4 Motor eléctrico adaptado para ser instalado en un vehículo convencional.....	5
Figura 1.5 Curva par- velocidad motor cc de imán permanente.	6
Figura 1.6 Curvas de energía y poder de la batería vs temperatura	7
Figura 1.7 Curva de Densidad de energía vs densidad de poder de las baterías	8
Figura 1.8 Inversor de corriente Curtis	9
Figura 1.9 Sistema de suspensión McPherson	10
Figura 1.10 Sistema de dirección piñón – cremallera.....	11
Figura 1.11 Chasis tubular de acero de un formula SAE.....	12
Figura 2.1 Diagrama de flujo de la metodología de diseño	13
Figura 2.2 Primeros bocetos de diseño	15
Figura 2.3 Diseño de forma final fuselaje	16
Figura 2.4 Digitalización de carrocería	18
Figura 2.5 Perfil con diseño personalizado.....	20
Figura 2.6 Diagrama de cuerpo libre durante la aceleración	23
Figura 2.7 Diagrama de cuerpo libre durante el frenado	25
Figura 2.8 Diagrama de cuerpo libre a velocidad constante	27
Figura 2.9 Mallado base chasis.....	29
Figura 2.10 Modelado de las cargas y las restricciones	30
Figura 2.11 Metodología manufactura.....	31
Figura 2.12 Soldadura de largueros con soldadura TIG	33
Figura 3.1 Boceto final diseño de forma	35
Figura 3.2 Dimensiones de Parqueo en la ciudad de Guayaquil	36
Figura 3.3 Vista Isométrica de la Maqueta Digital de la Carrocería.....	37
Figura 3.4 Vista lateral de la Maqueta Digital de la Carrocería.....	37
Figura 3.5 Vista Frontal de la Maqueta Digital de la Carrocería	37
Figura 3.6 Medidas de la Maqueta Digital de la Carrocería.....	38
Figura 3.7 Base del chasis tubular	39
Figura 3.8 Estructura superior del chasis tubular	39

Figura 3.9 Soportes de la estructura tubular.....	40
Figura 3.10 Soportes de la estructura tubular.....	40
Figura 3.11 Vista Superior de la Estructura tubular	41
Figura 3.12 Esfuerzos base chasis análisis vertical	44
Figura 3.13 Deformaciones base chasis análisis vertical	44
Figura 3.14 Esfuerzos base chasis análisis frontal.....	45
Figura 3.15 Deformaciones base chasis análisis frontal.....	45
Figura 3.16 Esfuerzos base chasis análisis lateral	46
Figura 3.17 Deformaciones base chasis análisis lateral	46
Figura 3.18 Esfuerzos estructura tubular análisis vertical	47
Figura 3.19 Deformaciones estructura tubular análisis vertical	48
Figura 3.20 Esfuerzos estructura tubular análisis frontal.....	48
Figura 3.21 Deformaciones estructura tubular análisis frontal.....	49
Figura 3.22 Esfuerzos estructura tubular análisis lateral	50
Figura 3.23 Deformaciones estructura tubular análisis lateral	50
Figura 3.24 Deformaciones estructura tubular análisis lateral	52
Figura 3.25 Deformaciones estructura tubular análisis lateral	52
Figura 3.26 Deformaciones estructura tubular análisis lateral	53
Figura 3.27 Deformaciones estructura tubular análisis lateral	54
Figura 3.28 Deformaciones estructura tubular análisis lateral	54
Figura 3.29 Proceso de Armado de la base de chasis	60
Figura 3.30 Capa de protección a la corrosión.....	60
Figura 3.31 Proceso de doblado de tubos.....	61
Figura 3.32 Proceso de doblado de tubos.....	61
Figura 3.33 Proceso de rolado de tubos.....	62
Figura 3.34 Partes roladas terminadas.....	62
Figura 3.35 Piezas presentadas antes de acoplar.....	63
Figura 3.36 Ensamble final con puntos de soldadura.....	63
Figura 3.37 Prototipo terminado	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparativa entre las características principales entre una batería de plomo y una de litio	7
Tabla 2 Características de diseño de VE'S monoplazas.....	17
Tabla 3 Criterios de selección matriz de decisión sistema de propulsión	19
Tabla 4 Matriz de decisión sistema de propulsión	20
Tabla 5 Criterios de selección matriz de decisión sistema de propulsión.....	21
Tabla 6 Matriz de decisión material base chasis	22
Tabla 7 Matriz de decisión material estructura superior chasis	22
Tabla 8 Dimensiones del vehículo monoplaza	36
Tabla 9 Parámetros de entrada, cargas de equipos y autopartes	42
Tabla 10 Masa total del vehículo	42
Tabla 11 Cargas aplicadas a la estructura superior	43
Tabla 12 Cargas aplicadas a la estructura base.....	43
Tabla 13 Esfuerzos y deformaciones estructura base	47
Tabla 14 Esfuerzos y deformaciones estructura tubular.....	51
Tabla 15 Resultado de reacciones	55
Tabla 16 Costos de materiales estructurales.....	56
Tabla 17 Costos de procesos para construcción.....	56
Tabla 18 Costos Mano de obra	57
Tabla 19 Costos de fungibles para proceso de soldadura.....	57
Tabla 20 Área superficial de cada elemento del chasis.....	58
Tabla 21 Costo de materiales de pintura.....	58
Tabla 22 Costo total por manufactura del chasis.....	59

ÍNDICE DE PLANOS

Perfil base chasis	1
Perfil transversal – perfil frontal	2
Perfiles laterales	3
Base chasis	4
Soportes	5
Plano de explosión base chasis	6
Vistas estructura tubular superior	7
Vista lateral estructura tubular superior 1	8
Vista lateral estructura tubular superior 2	9
Vista superior de la estructura tubular superior	10
Vista de explosión estructura tubular superior	11
Vista lateral chasis vehículo eléctrico	12
Vistas chasis vehículo eléctrico	13
Chasis vehículo eléctrico	14
Chasis vehículo eléctrico – conductor	15
Perfil base chasis	16

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

Se estima que, hasta fines del año 2018, el parque automotor mundial constará de 1.450 millones de unidades, los cuales representan una huella ecológica de 1.730 millones de toneladas métricas de CO₂ por año, además de generar contaminación sonora y otros efectos perjudiciales a la salud. Esto ha incentivado a que diversos fabricantes desarrollen vehículos con el objetivo de ser “emisiones cero”, sin que su precio de comercialización deje de ser competitivo y con la mayor autonomía posible (Diario Hoy, 2017).

En el Ecuador, esta iniciativa también tiene acogida por parte de entidades gubernamentales, ya que las regulaciones e inversiones actuales le apuestan al cambio de la matriz productiva. Específicamente, se está introduciendo al mercado vehículos eléctricos, los cuales pueden ingresar al país sin aranceles, estando disponibles varios modelos en venta, los que incluyen una flota de taxis, un bus y ciertos modelos actualmente en periodo de prueba. Además, ya se inauguró en Loja la primera electrolinera el 12 de Septiembre del 2018, lo que reducirá el tiempo de carga de baterías de los autos; ya que, hasta esa fecha, dicho proceso se tenía que realizar en el domicilio de cada propietario o en talleres particulares (Gobernación de Loja, 2017).

Para lograr un desarrollo más completo en esta área, se están realizando proyectos de investigación en varias universidades del país, en conjunto a empresas como Green Wheel, la cual entregó a manera de préstamo una de sus unidades para que se le realicen pruebas de desempeño en topografías con pendientes, tal como las de la ciudad de Quito (Revista Líderes, 2015). Por este motivo, en este trabajo se decidió realizar el diseño y construcción de un chasis de un vehículo eléctrico monoplace para uso urbano, para formar un banco de datos que sirva a los investigadores a realizar experimentos con diferentes sistemas de propulsión y, de ser el caso, realizar mejoras en el diseño.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar y construir un chasis de un vehículo eléctrico monoplaza para uso urbano que sirva para movilización de una persona dentro de la ciudad y que cuente con todas las medidas de seguridad y confort que exigen normas nacionales e internacionales.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Diseñar y construir el chasis para un vehículo eléctrico monoplaza para uso urbano.
2. Validar la estructura del chasis del vehículo eléctrico mediante la metodología de elementos finitos.
3. Identificar los parámetros mecánicos del vehículo que tengan una incidencia significativa en la selección/diseño del sistema eléctrico.
4. Elaborar los planos para la manufactura del chasis.

1.3 Marco teórico

Un vehículo eléctrico monoplaza de uso urbano normalmente es utilizado por las personas para cumplir con sus rutinas laborales diarias, la demanda de estos vehículos eléctricos va en aumento debido a sus ventajas, específicamente gracias a su tamaño compacto, lo que nos va a facilitar entre otras cosas el aparcamiento, la conducción y brindar mayor fluidez en el transito dentro de la ciudad, especialmente en el casco central. Estos vehículos suelen trabajar con motores de imanes permanentes o motores de inducción asíncronos, los motores de imanes permanentes se utilizan en vehículos eléctricos pequeños que no son construidos en una línea de producción masiva principalmente porque son más ruidosos que los motores de inducción y no permiten la implementación del sistema de frenado regenerativo, que ayuda a alargar la duración de la batería. Los EV'S tiene diversas configuraciones en relación a su propulsión variando entre uno o varios motores. Este sistema de propulsión se complementa con, controladores eléctricos, inversores y convertidores de corriente para el o los motores. Al igual que un coche tradicional, estos tienen componentes mecánicos y sistemas que permiten un confort y seguridad (Híbridos y Eléctricos, 2012).



Figura 1.1 Motor de imán permanente

Fuente: (Emrax, 2018)

Componentes de un vehículo eléctrico de uso urbano

El vehículo eléctrico tiene sistemas fundamentales como:

- Sistemas de propulsión.
- Sistema de confort del pasajero.
- Sistema de frenos.
- Sistema de dirección.
- Chasis.

Sistema de propulsión:

En los vehículos eléctricos pequeños que no son fabricados a gran escala normalmente se utilizan motores de corriente continua de imán permanente, estos motores son de menor costo y brindan un menor torque que los de corriente alterna. Existen varias marcas que lideran el mercado como son Emrax y Yasa, especialistas en motores eléctricos para automoción, aeronáutica y otros mercados.



Figura 1.2 Controlador Alltrax

Fuente: (Energy Ev, 2018)

En general el sistema de propulsión con motor CC se compone por los siguientes equipos, un cargador CA/CC que transforma la corriente alterna de la toma casera a corriente continua necesaria para cargar las baterías, un controlador que será el encargado de dar las ordenes al motor en cuanto a potencia y velocidad, estos controladores son conectados directamente al variador de velocidad de pedal, que asume la función del acelerador en el vehículo tradicional, normalmente cada motor trae especificado de fábrica que tipo de controlador utiliza, y existen dos tipos, los de alto desempeño diseñados para vehículos de alta potencia mayormente utilizados en competencias o los que sirven para este tipo de vehículos pequeños de baja potencia; de su tipo también depende su precio que puede variar entre los \$50 y \$150 en controladores marca Alltrax, como se muestra en la figura 1.2, que son muy utilizados en motores de imán permanente. (Energy Ev, 2018). Para funciones secundarias de los vehículos, se utiliza una batería de 12V y un conversor CC/CC conectado a la batería principal. Una clara descripción sobre el sistema principal de los vehículos eléctricos podemos apreciarla en la figura 1.3.

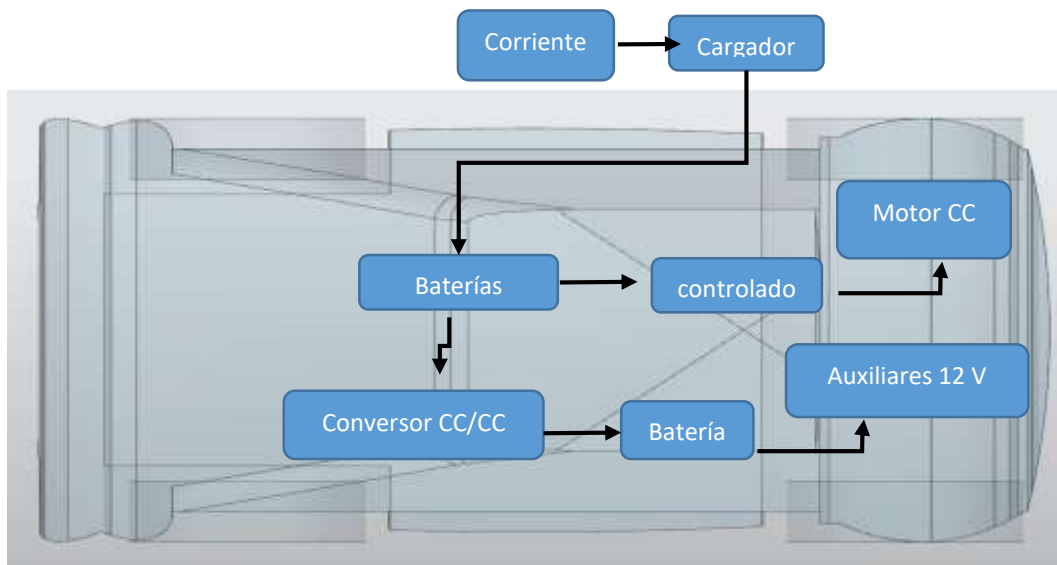


Figura 1.3 Sistema de propulsión con motor CC

Fuente: (Elaboración propia)



Figura 1.4 Motor eléctrico adaptado para ser instalado en un vehículo convencional

Fuente: (González Marrero, y otros, 2010)

Debido al torque que puede entregar los motores de inducción asíncronos, sumado a la posibilidad de obtener el frenado regenerativo es mucho más común que los constructores utilicen este tipo de motores para vehículos totalmente eléctricos, tal como lo hace Tesla Motors, y de corriente continua sin escobillas para los autos híbridos, debido a la potencia nominal requerida para un auto. Esto se debe a que cuando un motor de inducción de 3-fases está conectado a una línea trifásica, el par se produce desde el principio, lo que significa que el motor tiene la capacidad de arrancar con solo ser enchufado y no necesita ningún inversor. En contraste, un

motor de corriente continua sin escobillas no produce ningún par de arranque cuando se conecta directamente a la red eléctrica de frecuencia fija, por lo que sería apto para usarse en un auto completamente eléctrico.

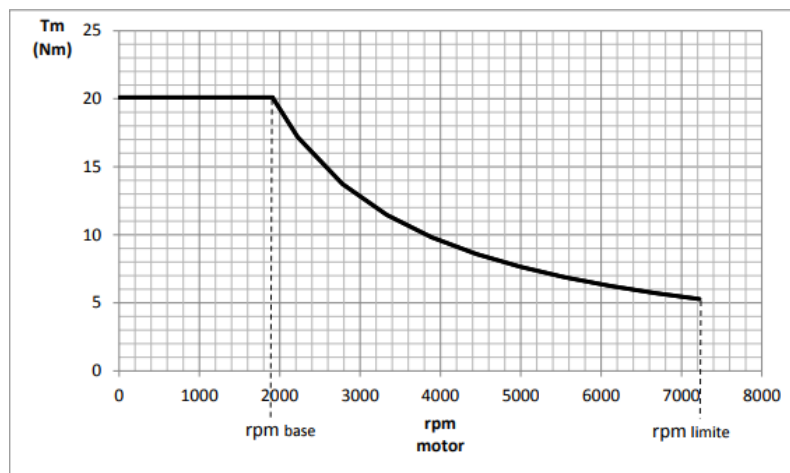


Figura 1.5 Curva par- velocidad motor cc de imán permanente.

Fuente: (Aguilar Gamarra, 2014)

En la figura 1.5 se muestra la curva de rendimiento torque-rpm típica del motor utilizado para autos compactos de uso urbano que funcionan con energía eléctrica. Como se mencionó anteriormente, el parámetro de diseño más importante de un vehículo eléctrico es su autonomía. La cual depende directamente del sistema de baterías, comprendidas por una batería principal que es la encargada de almacenar la energía que va a ser requerida por el funcionamiento del motor y la batería de 12 voltios que va a alimentar a los accesorios del vehículo, tales como focos, paneles, etc. La selección de la batería principal influye mucho en la autonomía del vehículo, clasificándose según su constitución interna.

Las baterías en los vehículos son seleccionadas según sus dimensiones, lo cual es muy importante para la distribución de los pesos que afectan al centro de masa. También es recomendable seleccionar el tipo de batería según densidad de poder y densidad de energía, así como también precio del mercado recordando que también se busca mantener una competitividad del precio final en el mercado actual.

Tabla 1 Comparativa entre las características principales entre una batería de plomo y una de litio

Características	Batería de Plomo	Batería de Litio
Costo Inicial por capacidad (\$/kWh)	131	530
Costo por ciclo de vida (\$/kWh)	\$0.17	\$0.19
Energía específica (Wh/kg)	30	150
Mantenimiento continuo	No	No
Número de Ciclos hasta el 80% de su tiempo de vida	200 a 650	1000 a 4000
Sensibilidad a la temperatura	Decae a 25°C	Decae a 45°C
Tiempo de carga (horas)	4 a 8	2 a 4

Fuente: (O'Connor, 2017)

De la tabla 1 se puede apreciar que la desventaja de las baterías de litio respecto a las de plomo radica más en sus costos, debido a que tienen menos tiempo en el mercado y su tecnología es más reciente (O'Connor, 2017).

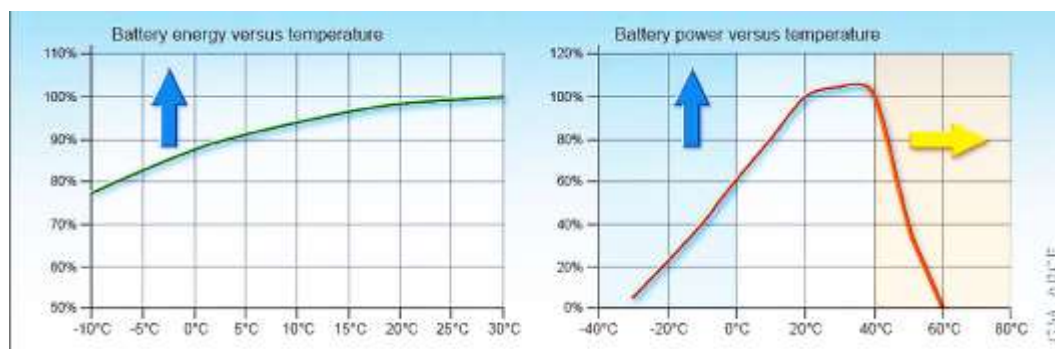


Figura 1.6 Curvas de energía y poder de la batería vs temperatura

Fuente: (Diario El País, 2011)

La figura 1.6 el gráfico de la izquierda representa la energía que puede proporcionar la batería según la temperatura a la que se encuentra, mientras que la de la derecha es del valor de potencia correspondiente.

Tal como se aprecia, la mayor energía entregada por la batería es en el rango de temperatura entre 20° y 30° Celsius; además, después de los 60 grados, la batería no entrega energía.



Figura 1.7 Curva de Densidad de energía vs densidad de poder de las baterías

Fuente: (Diario El País, 2011)

Como se indicó, las baterías de los VE's se escogen por su densidad de poder y de energía, resultando ser más convenientes las de litio, debido a su mayor rango de densidad de poder y a su alta densidad de energía, siendo más potente en comparación a su tamaño, sin embargo este tipo de baterías también poseen desventajas principalmente en su costo, el cual es alto en relación a las demás baterías, en la seguridad, muchas de ellas han presentado problemas involucrando incendios que se han dado cuando han hecho cortocircuito entrando en contacto entre ellas lo que ha producido sobrecalentamiento debido a su alta densidad de carga y otra desventaja importante es la del envejecimiento, con el tiempo estas baterías duran menos sin importar que no estén en uso y envejecen mucho más rápido cuando lo están.

Otros componentes del sistema de propulsión no menos importantes son:

Inversor de corriente: Es un dispositivo compuesto por un circuito y componentes electrónicos que receptan la corriente alterna o directa con un voltaje y la entregan cambiada a directa o alterna según sea el caso con otro valor de voltaje. Normalmente se lo encuentra en artefactos electrónicos que reciben corriente alterna de la red pública y lo transforman a directa.



Figura 1.8 Inversor de corriente Curtis

Fuente: (curtisinstruments.com, 2018)

Cargador de batería: Es un dispositivo que recepta la corriente alterna de la alimentación eléctrica, convirtiéndola al voltaje que puede receptar la batería y así, almacenar energía.

Conversor de energía: Transforma la alta tensión entregada por la batería para el motor a baja tensión necesaria para la batería de 12 v, que alimenta a los sistemas auxiliares eléctricos como los focos y demás accesorios.

Sistema de suspensión:

Este sistema se encarga de que las llantas del vehículo estén siempre en contacto con la superficie por donde se desplaza. Esto lo cumple al absorber y aminorar el efecto de golpes, vibraciones y movimientos causados por las llantas al momento del desplazamiento del vehículo en terrenos planos y accidentados, para que estos no se transmitan al chasis (Cruz Dominguez & Quintana Pérez , 2007). El sistema de suspensión más utilizado es la suspensión McPherson, desarrollada en el año 1951 por el ingeniero Earle S. McPherson, para su uso personal. Con el pasar de los años, este sistema ha sido perfeccionado, presentando las siguientes ventajas y desventajas.

Ventajas:

- Tiene bajo costo, debido al reducido número de componentes del sistema.
- Fácil construcción
- El espacio que ocupa es bastante reducido.
- Las fuerzas de reacción que sufre el chasis en los puntos de apoyo de la suspensión son menores que en otros modelos.

Desventajas:

- Su configuración hace sufrir a las uniones con altas fuerzas de rozamiento
- Las vibraciones transmitidas al chasis son altas
- Existen otros sistemas de mejor rendimiento cinemático y dinámico.

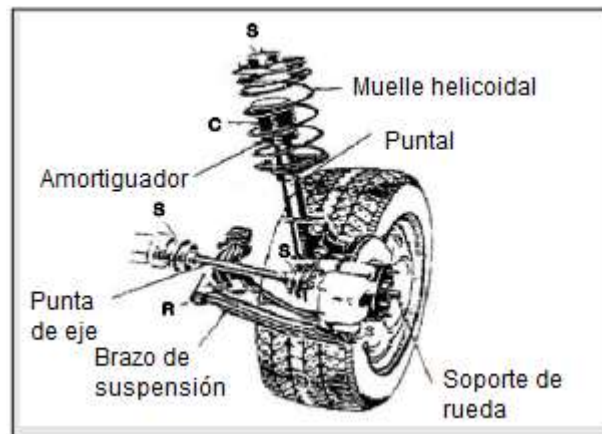


Figura 1.9 Sistema de suspensión McPherson

Fuente: (Lee, Won, & Kim, 2009)

Sistema de frenos:

Es el sistema que brinda vehículo la capacidad de reducir su velocidad estando en marcha, deteniéndola si fuera necesario, Su principio físico se basa en reducir la energía cinética convirtiéndola en energía calorífica. El funcionamiento del sistema principal de frenos se basa en la transmisión de fuerza a través del fluido, aumentando la presión inicial realizada por el conductor en el pedal para poder conseguir que el vehículo se detenga con el menor esfuerzo. Este sistema está constituido por dos subsistemas que son el de funcionamiento hidráulico que es el encargado de disminuir la velocidad del vehículo durante su uso y el de funcionamiento mecánico encargado de ayudar al frenado en un momento de emergencia o cuando el vehículo esté detenido.

Dentro de los frenos hidráulicos tenemos dos tipos de disco y de tambor, pero los frenos de disco son principalmente usados en vehículos por su facilidad en el montaje y funcionamiento, su bajo costo en el material de fricción y por tiempo de vida y rendimiento, consiste en un disco, una pinza sujeta al chasis que no le permite girar a la par del disco y de un material de fricción que es el que va a realizar el frenado del disco. (Vaca Solís, 2014)

Sistema de dirección:

Es el conjunto de mecanismos que permiten al conductor a seguir la trayectoria deseada fácilmente. Estos sistemas fueron pensados para que no se tenga que ejercer mayor fuerza en la orientación de las ruedas, disminuyendo el esfuerzo con un mecanismo des multiplicador como en el sistema de piño cremallera.

En este tipo de vehículos se utiliza muy comúnmente este sistema debido a sus ventajas, como lo son: el bajo costo, la disponibilidad en el mercado y una sensación más real del comportamiento del vehículo que se brinda al conducirlo; como en todo sistema también presenta desventajas entre las cuales podríamos nombrar la baja precisión y su dureza en relación a otro tipo de direcciones. (Suntaxi LLumiquinga, 2014)



Figura 1.10 Sistema de dirección piño – cremallera

Fuente: (Central de repuestos, 2016)

Chasis:

El chasis de un vehículo es la estructura que va a soportar, cargar y sujetar todos los componentes de un vehículo, tiene como objetivo principal soportar las cargas y ofrecer resistencia y seguridad a la cabina en caso de algún accidente.

Para un correcto diseño del chasis nos debemos regir por tres principios fundamentales como son el bajo peso, lo que nos permitirá disminuir la potencia requerida en el motor dando como resultado mejor rendimiento y menor costo, rigidez, este es el parámetro más importante en el diseño debido a que una

estructura brindará resistencia contra los impactos influyendo también directamente en funcionamiento en las calles. Por último, pero no menos importante es la economía, debido a que de este depende el éxito en el diseño, un chasis muy costoso no será para nada agradable a la industria de automoción.

En los vehículos eléctricos compactos de uso urbano es muy común utilizar estructuras tubulares de acero, las cuales nos brindan una alta resistencia a los esfuerzos e impactos y bajo costo en la producción a baja escala. Estas estructuras son fáciles de fabricar artesanalmente, sin necesidad de emplear una costosa línea de producción, sin embargo, también se debe tener en cuenta que la producción de manera artesanal es más costosa a gran escala por lo que no permite producción masiva.



Figura 1.11 Chasis tubular de acero de un formula SAE

Fuente: (Calvo Rodríguez, 2010)

Uno de los mayores problemas de este tipo de estructuras es su elevado peso en relación a otro tipo de estructuras por lo que en muchos diseños optan por incluir ciertas partes de otros materiales más livianos como el aluminio u otras aleaciones, en vehículos de uso urbano no se emplea este recurso debido al costo de estos otros materiales, el cual es más elevado que el acero tradicional aceptado por normas internacionales. (Calvo Rodríguez, 2010)

CAPÍTULO 2

2 METODOLOGÍA

Este capítulo detalla la metodología de diseño y construcción a seguir en el proyecto, se dividió en ingeniería conceptual, ingeniería básica, ingeniería de detalle y manufactura, como se lo puede observar en la figura 2.1 mostrada a continuación.

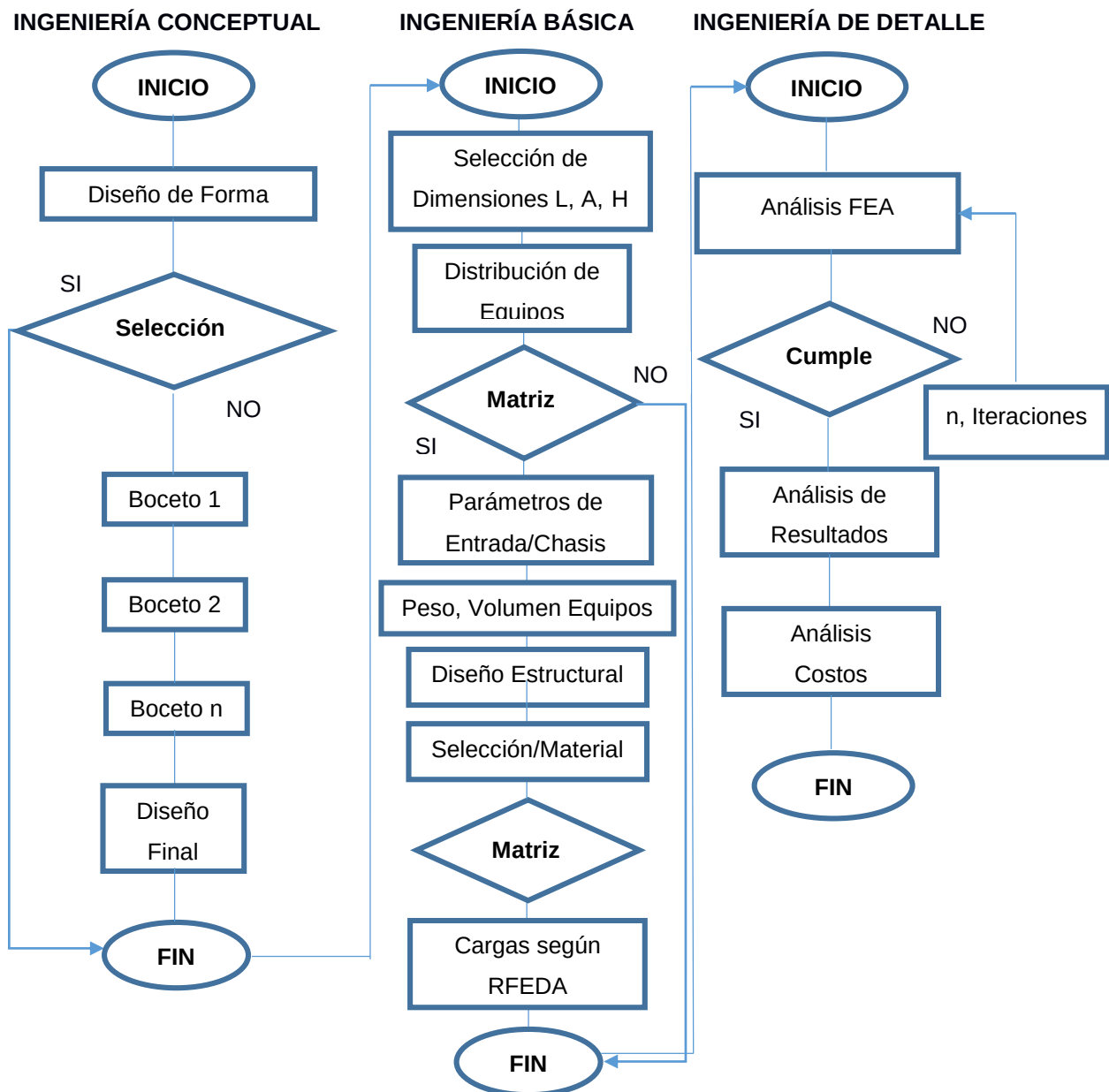


Figura 2.1 Diagrama de flujo de la metodología de diseño

Fuente: (Elaboración propia)

Considerando los requerimientos planteados en este proyecto, el proceso metodológico parte de la ingeniería conceptual, con el diseño de forma de la carrocería, con la finalidad de obtener un punto de partida para la construcción del chasis de este monoplaza, este punto de partida nos ayudó a delimitar la estructura en base a la forma final de la carrocería, para el cuál se realizaron varios bocetos ajustando las formas y la estética para este tipo de vehículo.

Continuando con la ingeniería básica, luego del bosquejo final, se procedió a realizar el dibujo 3D, asistido por computadora, seleccionar el sistema de transmisión que va a impulsar el vehículo mediante la primera matriz de decisión, definir los parámetros de entrada para el chasis y se procede a escoger el material en base a una segunda matriz de decisión, en esta etapa se definen los planos para la posterior manufactura.

La tercera etapa comprende la ingeniería de detalle donde se van a realizar los análisis FEA, así como la soldadura y el análisis de costos. El proyecto contempla una cuarta etapa que es la de manufactura en la cual se procede a construir el chasis de acuerdo a los planos definidos en las etapas anteriores, esta etapa es muy importante debido a que nos encontraremos con dificultades propias de la construcción que en ciertos casos nos obligará a rectificar planos para poder obtener el chasis con la calidad deseada.

2.1 Ingeniería Conceptual

En esta fase inicial es donde se recopila toda la información necesaria como los requerimientos de este trabajo antes de iniciar a realizar los bocetos conceptuales. Para esta fase se tienen los siguientes requerimientos:

- a. Fácil aparcamiento, tamaño compacto.
- b. Bajo peso neto, facilidad de conducción
- c. Mantener la seguridad del piloto, resistencia
- d. Diseñar una estructura acorde con las regulaciones y normas para vehículos urbanos.

2.1.1 Diseño de forma

Luego de la recopilación de información de acuerdo a los requerimientos del problema, se elaboran los conceptos que nos permiten afinar los detalles para un mejor cumplimiento de los requisitos solicitados. Durante la etapa de ingeniería

conceptual, que es una etapa de cambios y mejoras, hasta llegar al diseño de concepto final.

Inicialmente se procedió a realizar los primeros bocetos del diseño de forma que tendría el vehículo, para luego, una vez que obtuvimos el diseño final del fuselaje, continuar en base a estos conceptos a dar forma al chasis tubular sin descuidar los lineamientos iniciales descritos en el punto anterior.

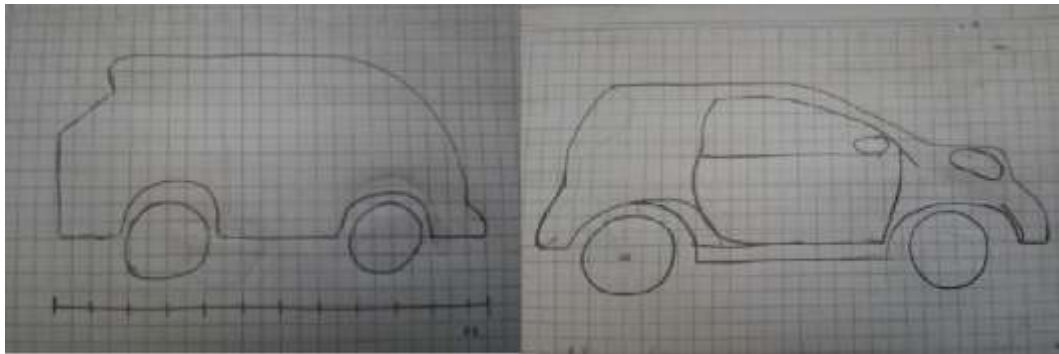


Figura 2.2 Primeros bocetos de diseño

Fuente: (Elaboración propia)

En estos primeros bocetos, se tiene claro el concepto de vehículo urbano, impregnándolo en los mismos con medidas bastante reducidas en comparación a vehículos tradicionales, justamente para cumplir con el propósito de ser un vehículo de ciudad donde, generalmente debido al aumento de la población, se reduce el espacio para parqueos en el casco central y en las zonas económicamente activas. En la figura de la izquierda podemos observar el primer boceto que se realizó pensando en su tamaño por encima de su estética, característica que fue corregido en el siguiente boceto, el cual se aprecia en la figura de la derecha, mostrándonos que ya tiene sus características más estilizadas y atractivas, para las personas, sin descuidar su propósito inicial que es de tener medidas reducidas para ser funcional en ciudades con una densidad poblacional muy alta.

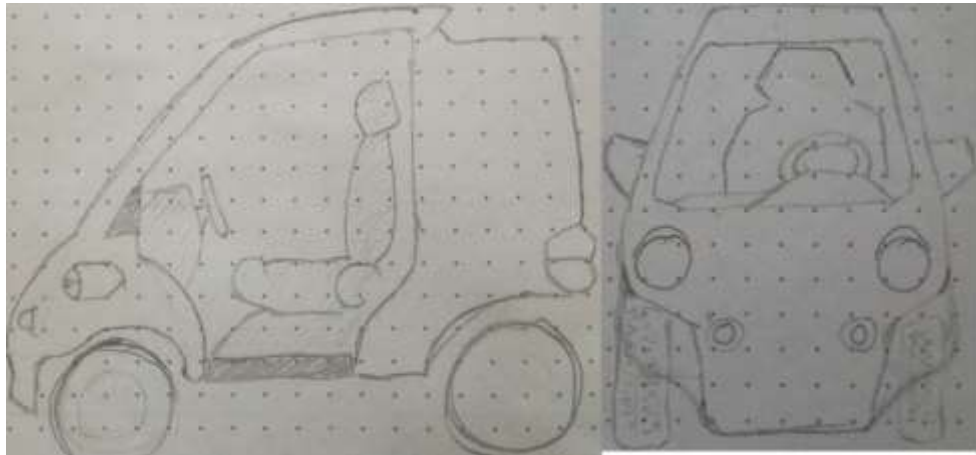


Figura 2.3 Diseño de forma final fuselaje

Fuente: (Elaboración propia)

Luego de varios bocetos más que no cumplieron con los conceptos iniciales, se pudo finalmente obtener lo que se buscaba, como se puede observar en la figura 2.3. El diseño se asemeja bastante a la idea inicial en cuanto a tamaño, lo que nos va a garantizar la funcionalidad en su manejo y aparcamiento, también se pulió su forma externa para conseguir un diseño interesante en cuanto a estética.

2.2 Ingeniería básica

Una vez definido el diseño de forma final del fuselaje pasamos a la etapa de ingeniería básica en donde se definen las dimensiones reales, se digitaliza el boceto del diseño de forma de la carrocería, obtenido en la etapa anterior, se determina la ubicación de los componentes y el tipo de propulsión. A partir de todas estas directrices se da la forma del chasis tubular y se escoger el material a utilizar. Todo esto se define en base a los reglamentos y normas técnicas dejando claro los parámetros de entrada para nuestro diseño.

En la parte final de esta etapa se establece las cargas y reacciones a las que está sometido el vehículo, para poder realizar el análisis estático mediante el uso del software ANSYS.

2.2.1 Selección de dimensiones.

Al inicio de este capítulo fueron establecidos los lineamientos o requerimientos de diseño para el proyecto, entre ellos, el fácil aparcamiento gracias a un tamaño compacto. Según ordenanzas municipales un espacio óptimo para el parqueo en la ciudad de Guayaquil es de 2.5 m de ancho y 5 m de largo. Teniendo como

referencia de estos datos se pudo estimar las dimensiones del vehículo, basándose también, en las estadísticas de dimensiones de distintos modelos de vehículos eléctricos de uso urbano que están en el mercado.

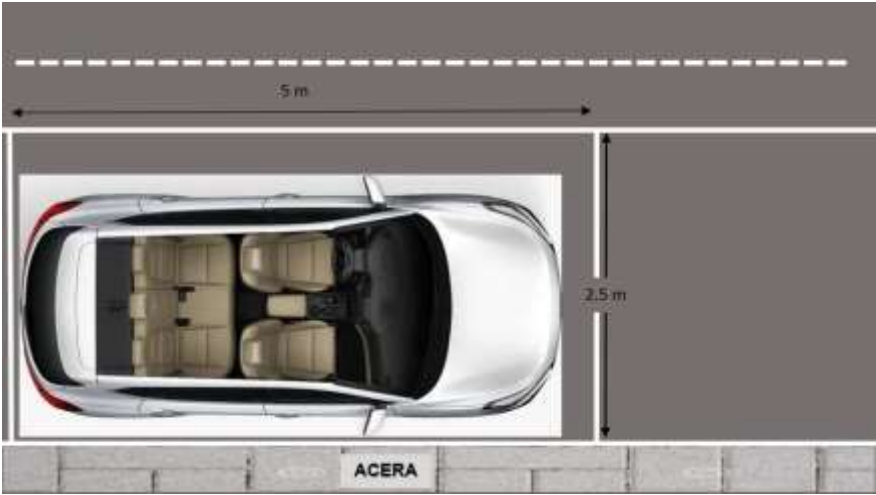


Figura 2.4 Espacio de aparcamiento en la ciudad de Guayaquil

Fuente: (Hyundai Motors, 2018)

Tabla 2 Características de diseño de VE'S monoplazas

				
MARCA	Volkswagen	Smart	Renault	Nissan
MODELO	NILS	FORTWO	TWIZY	Land Glider
LARGO (mm)	3040	2.695	2337	3100
D. E. EJES (mm)	---	1873	1686	2180
ANCHO (mm)	1390	1663	1234	1100
ALTURA (mm)	1200	1555	1454	1415
MASA/C.U	460	1085	690	500
AUTONOMÍA (km)	65	160	100	120

Fuente: (Volkswagen, 2018)(Nissan Global, 2018)
(Renault, 2018) (Smart Usa, 2018)

Para continuar con el desarrollo del proyecto y cumpliendo los lineamientos de la metodología se procedió con la digitalización del boceto del diseño final definido,

Para el modelado del vehículo, se trabajó con líneas de formas de la carrocería con la ayuda de las 4 vistas de proyección en 2D, vista frontal, lateral, superior y posterior, con las que se generaron las líneas de forma del 3D, una vez obtenidas las líneas de forma y usando la generación de superficies se fueron creando las vistas del modelo de la carrocería en 2D, posterior a este proceso se unieron estas superficies para generar la carrocería en 3D y finalmente se obtuvo el sólido 3D del modelo del vehículo empleado para el diseño del chasis.

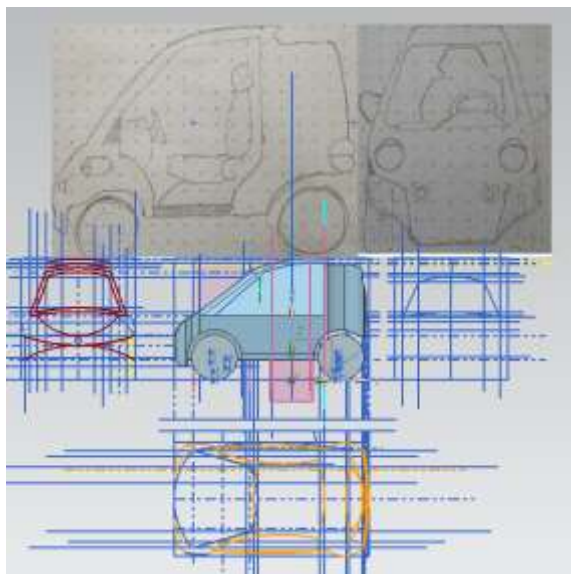


Figura 2.4 Digitalización de carrocería

Fuente: (Elaboración propia)

2.2.2 Distribución de componentes.

Otro de los factores que se consideró para el diseño de este vehículo, es un sistema de baterías desmontables, con la finalidad disminuir los tiempos de abastecimiento de energía eléctrica al reemplazar directamente el banco de baterías utilizado por uno a máxima carga. En el diseño del chasis se consideró un espacio en la parte central del vehículo, en zona transversal debajo del asiento del piloto, dónde se alojará una bandeja extraíble que a su vez almacenará el banco de baterías facilitando la extracción del conjunto.

Además de los factores mencionados anteriormente se consideró la distribución de los equipos de tal manera que el centro de gravedad del vehículo esté lo más bajo posible y cercano al piloto para evitar desbalance del automóvil durante el

funcionamiento, esto se logró con la ubicación de las baterías en la parte central del chasis, que son los elementos de mayor masa entre los componentes y dispositivos que conforman el vehículo.

A partir del diseño de forma final se buscó escoger las alternativas de conceptos que cumplan con los requisitos de manera general. En este caso buscamos encontrar que tipo de propulsión va a ser el más idóneo a seleccionar, haciendo variaciones en la manera de transmisión que se va a utilizar, comparándolos entre ellos en una matriz de decisión teniendo 4 opciones: 1. un motor con poleas y bandas directo al eje de transmisión, 2. un motor con cadena y piñón conectada al eje de transmisión, 3. dos motores conectados directo a cada rueda sin eje de transmisión, 4. un motor conectado a un diferencial con eje de transmisión. Se tomó la decisión de acuerdo a la ponderación establecida para cada parámetro, como se muestra en la figura 2.6 correspondiente a la matriz de decisión, cada parámetro tiene su debida ponderación como se puede apreciar en la figura 2.5, teniendo al costo como el criterio de mayor peso seguido por el mantenimiento y confort que comparten el mismo porcentaje de peso para luego dejar la disponibilidad en el mercado, la facilidad de instalación y la eficiencia con menores porcentajes de peso, pero no sin dejar de ser criterios a tomar en cuenta.

Tabla 3 Criterios de selección matriz de decisión sistema de propulsión

Costo	Mantenimiento	Confort	Facilidad de Instalación	Disponibilidad en el mercado	Eficiencia
40%	20%	20%	5%	10%	5%
1-15 Muy Costoso	1-6 Muy difícil	1-6 Incómodo	1 Muy difícil	1-2 Muy escaso	1 -2 Muchas perdidas
16-25 Costoso	7-13 Difícil	7- 13 Poco cómodo	2 Difícil	3-5 Escaso	3-4 Pocos pérdidas
26- 39 Poco costoso	14- 19 Poco Difícil	14- 19 Cómodo	3-4 Poco difícil	6- 9 Poco disponible	5 Sin pérdidas
40 Accesible	20 Sin Mantenimiento	20 Muy cómodo	5 Fácil	10 Disponible	

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla 4 Matriz de decisión sistema de propulsión

Criterio Opciones	Costo 40%	Mantenimiento 20%	Confort 20%	Facilidad Instalación 5%	Disponibilidad de mercado 10%	Eficiencia 5%	Total 100%
Opción 1	35	14	13	4	6	3	75
Opción 2	26	7	6	3	9	4	55
Opción 3	15	20	20	5	5	5	70
Opción 4	16	17	16	4	7	3	63

Fuente: (Elaboración propia)

2.2.3 Diseño Estructural

El diseño de forma descrito anteriormente sirvió como punto de partida para la elaboración de la estructura del vehículo. Con el diseño de forma como volumen de control, se delimitó el perfil del chasis facilitando el trazado de la figura 3D; la parte superior o cabina fue diseñada con tuberías con la finalidad de obtener mejor estética y mayor facilidad en la manufactura; la parte inferior del chasis se diseñó con perfiles cuadrados, para lo que fue necesario la fabricación de un perfil personalizado, que se adapte a los requerimientos de este diseño, como colocar las baterías en la sección central, justo debajo del conductor, para una fácil extracción y en el punto más bajo del vehículo conservando además un centro de masa con mejor ubicación en relación a una base totalmente plana, para evitar el desbalance durante el funcionamiento del automóvil. El perfil fue diseñado con sección transversal cuadrada, como se representa en la figura 2.6 y unido por los cuatro costados para formar una base más robusta y más rígida debido a que está más expuesta a los impactos, en la parte frontal, lateral y posterior.

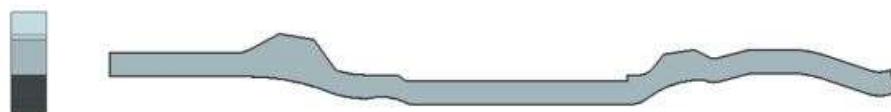


Figura 2.5 Perfil con diseño personalizado

Fuente: (Elaboración propia)

Para la elaboración se utilizó herramienta, Inventor, para el dibujo asistido por computadora, software con el que se trabajó además de los perfiles, la estructura en general, tanto la parte superior con perfiles tubulares de sección circular, y la parte inferior con perfiles tubulares de sección cuadrada.

2.2.4 Selección de Materiales

De acuerdo a las regulaciones FIA, el material para este tipo de estructuras tanto el acero estructural, bases de aceros y aceros aleados deben ser en conformidad con la normalización ISO 4948, la cual nos remite al estándar ISO 630, la misma que nos indica que las aleaciones que cumplen con esta norma para la base son ASTM A36, AISI 201 y ASTM A131 y para la estructura tubular cumplen ASTM A500, AISI 201 y Aluminio 6010 T6 una aleación que tiene las ventajas del peso del aluminio con muy buena resistencia.

Con el diseño conceptual debidamente establecido en los pasos anteriores, se continuó con la selección del material mediante una matriz de decisión siguiendo la ponderación que se estableció cada parámetro, como se muestra en la tabla 6 para la base del chasis y la tabla 7 para la cabina, correspondiente a la matriz de decisión, cada parámetro analizado tiene su propia ponderación que fueron las apreciadas en la tabla 5, teniendo como criterios de mayor porcentaje al costo y la disponibilidad en el mercado, seguido por el peso y luego por la resistencia a la corrosión que fue la de menor porcentaje debido a que se puede suplir con un buen plan de pinturas. Se eligieron estos aceros por ser materiales que se encuentran en nuestro mercado local y cumplen con normas que los hacen aptos para su uso en el chasis de los vehículos urbanos.

Tabla 5 Criterios de selección matriz de decisión sistema de propulsión

Costo	Resistencia a la corrosión	Peso	Disponibilidad en el mercado
40%	10%	20%	30%
1-15 Muy costoso	1-2 Muy corrosivo	1-6 Muy Pesado	1-9 Muy escaso
16-25 Costoso	3-5 Corrosivo	7-13 Pesado	10-19 Escaso
26-39 Poco costoso	6-9 Poco corrosivo	14-19 Poco pesado	20-29 Poco disponible
40 Accesible	10 Anti corrosivo	20 Liviano	30 Disponible

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla 6 Matriz de decisión material base chasis

Criterio	Costo 40%	Resistencia a la corrosión 10%	Peso 20%	Disponibilidad en el mercado 30%	Total 100%
Opciones					
ASTM A36	30	5	16	30	81
AISI 201	6	10	9	30	55
ASTM A131	8	8	14	30	60

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla 7 Matriz de decisión material estructura superior chasis

Criterio	Costo 40%	Resistencia a la corrosión 10%	Peso 20%	Disponibilidad en el mercado 30%	Total 100%
Opciones					
ASTM A500	30	5	16	30	81
AISI 201	6	10	9	30	55
6010 T6	5	9	20	10	44

Fuente: (Elaboración propia)

2.2.5 Parámetros de entrada para la simulación

Al igual que los requerimientos e información, detallado en el primer paso, forman una parte fundamental para obtener el diseño conceptual, en este paso se hace referencia a los parámetros de entrada que son los que concederán el desarrollo de la ingeniería básica.

Entre los parámetros de entrada tenemos:

- Fuerzas y cargas
- Propiedades físicas del material
- Condiciones de funcionamiento del vehículo

Reacciones en los Ejes

Este vehículo al igual que cualquier otro automóvil, se comporta de manera distinta en el instante de la aceleración, así como en el momento que se aplican los frenos, las reacciones que se producen son diferentes, aun cuando se trata de las mismas cargas, el sentido de éstas cambian dependiendo del evento descrito anteriormente.

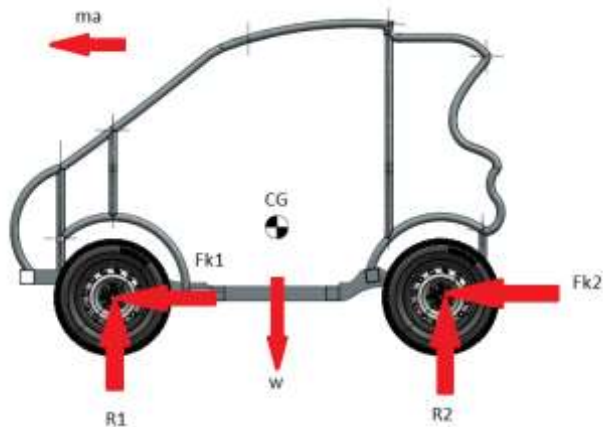


Figura 2.6 Diagrama de cuerpo libre durante la aceleración

Fuente: (Elaboración propia)

Sumatoria de fuerzas en los ejes X y Y.

$$\begin{aligned} \sum F_x &= ma \\ F_{k1} + F_{k2} &= ma \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ R_1 + R_2 &= W \end{aligned}$$

Sumatoria de momentos en el centro de gravedad

$$\begin{aligned} \sum M_{cg} &= 0 \\ R_1 L_1 - R_2 L_2 + F_{k1} L_3 + F_{k2} L_3 &= 0 \\ R_1 L_1 + (F_{k1} + F_{k2}) L_3 &= R_2 L_2 \end{aligned}$$

Se obtienen tres ecuaciones principales que involucran las variables participantes en este cálculo.

Ecuaciones:

$$F_{k1} + F_{k2} = ma \quad (1)$$

$$R_1 + R_2 = W \quad (2)$$

$$R_1 L_1 + (F_{k1} + F_{k2}) L_3 = R_2 L_2 \quad (3)$$

Utilizando la ecuación generada por la sumatoria de momentos, reemplazamos la variable de la ecuación, producto de la sumatoria de fuerzas en el eje Y.

Reemplazando **(1)** en **(3)**

$$R_1 L_1 + m a L_3 = R_2 L_2$$
$$R_1 = \frac{R_2 L_2 - m a L_3}{L_1}$$

Se obtiene una de las reacciones, ecuación 4, reacción en la parte delantera del vehículo, R_1 .

Sustituyendo la ecuación 4, en la ecuación 2, nos da como resultado la reacción en el eje posterior.

Reemplazando **(4)** en **(2)**

$$\frac{R_2 L_2 - m a L_3}{L_1} + R_2 = W$$
$$R_2 L_2 - m a L_3 + R_2 L_1 = W L_1$$
$$R_2 (L_1 + L_2) - m a L_3 = W L_1$$
$$R_2 = \frac{W L_1 + m a L_3}{L_1 + L_2}$$
$$R_2 = \frac{m(g L_1 + a L_3)}{L_1 + L_2}$$

Finalmente, el resultado del cálculo se refleja en la ecuación 4 y 5, reacciones principales que intervienen en este análisis.

Ecuaciones:

$$R_1 = \frac{R_2 L_2 - m a L_3}{L_1} \quad (4)$$

$$R_2 = \frac{m(g L_1 + a L_3)}{L_1 + L_2} \quad (5)$$

Así como se definen reacciones causadas por la aceleración también se debe definir las reacciones causadas por el frenado las cuales podemos conocer a continuación.

Para el cálculo de las reacciones en el instante de la aplicación de los frenos, cambia el sentido de la aceleración, como se muestra en el diagrama de cuerpo libre para este caso.

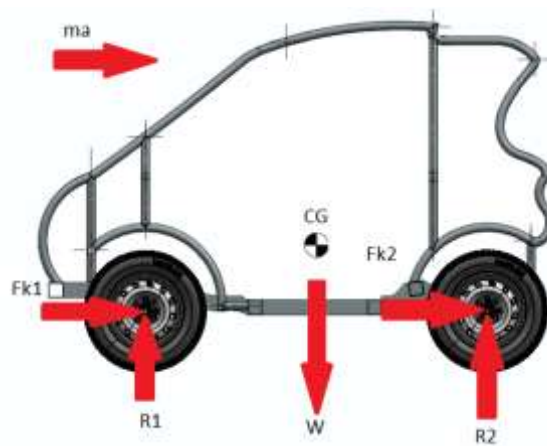


Figura 2.7 Diagrama de cuerpo libre durante el frenado

Fuente: (Elaboración propia)

Sumatoria de fuerzas en los ejes X y Y.

$$\sum F_x = ma$$

$$F_{k1} + F_{k2} = ma$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_1 + R_2 = W$$

Sumatoria de momentos en el centro de gravedad

$$\sum M_{cg} = 0$$

$$R_1 L_1 - R_2 L_2 - F_{k1} L_3 - F_{k2} L_3 = 0$$

$$R_1 L_1 + (-F_{k1} - F_{k2}) L_3 = R_2 L_2$$

Se obtienen tres ecuaciones principales que involucran las variables participantes en este cálculo.

Ecuaciones:

$$F_{k1} + F_{k2} = ma \quad (6)$$

$$R_1 + R_2 = W \quad (7)$$

$$R_1 L_1 + (-F_{k1} - F_{k2}) L_3 = R_2 L_2 \quad (8)$$

Utilizando la ecuación generada por la sumatoria de momentos, reemplazamos la variable de la ecuación, producto de la sumatoria de fuerzas en el eje Y.

Remplazando **(6)** en **(8)**

$$R_1 L_1 - ma L_3 = R_2 L_2$$

$$R_1 = \frac{R_2 L_2 + ma L_3}{L_1}$$

Obtenemos una de las reacciones, ecuación 9, reacción en la parte delantera del vehículo, R_1

Sustituyendo la ecuación 4, en la ecuación 2, nos da como resultado la reacción en el eje posterior.

Reemplazando **(9)** en **(7)**

$$\frac{R_2 L_2 + ma L_3}{L_1} + R_2 = W$$

$$R_2 L_2 + ma L_3 + R_2 L_1 = W L_1$$

$$R_2 (L_1 + L_2) + ma L_3 = W L_1$$

$$R_2 = \frac{mg L_1 - ma L_3}{L_1 + L_2}$$

$$R_2 = \frac{m(g L_1 - a L_3)}{L_1 + L_2}$$

Finalmente, el resultado del cálculo se refleja en la ecuación 9 y 10, reacciones principales que intervienen en este análisis muy similar al caso anterior, con la variante del sentido de la aceleración.

Ecuaciones

$$R_1 = \frac{R_2 L_2 + m a L_3}{L_1} \quad (9)$$

$$R_2 = \frac{m(gL_1 - aL_3)}{L_1 + L_2} \quad (10)$$

Cálculo de reacciones a velocidad constante

Para completar las reacciones necesarias para poder realizar el análisis estático se debe analizar el chasis en condiciones normales, es decir, solamente afectado por su propio peso, lo cual nos entrega las siguientes ecuaciones.

El cálculo de reacciones considerando el vehículo a velocidad constante, se obtiene que la sumatoria de fuerzas en el eje X es igual a cero, en cuanto que, para el cálculo de estas variables, reacciones R_1 y R_2 , necesitará de dos ecuaciones, la sumatoria de fuerzas en Y, y la suma de momentos tomando como referencia el centro de gravedad.

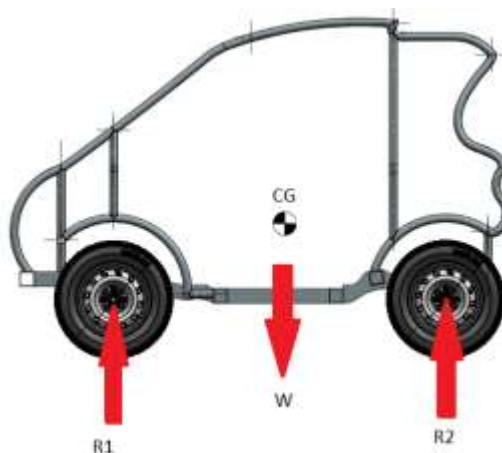


Figura 2.8 Diagrama de cuerpo libre a velocidad constante

Fuente: (Elaboración propia)

Sumatoria de fuerzas en los ejes Y, y la suma de momentos

$$\sum F_y = 0$$

$$R_1 + R_2 = W$$

$$\sum M_{cg} = 0$$

$$R_1 L_1 - R_2 L_2 = 0$$

$$R_1 L_1 = R_2 L_2$$

Ecuaciones:

$$R_1 + R_2 = W \quad (11)$$

$$R_1 L_1 = R_2 L_2 \quad (12)$$

Desarrollando las ecuaciones 12 en 11 se obtiene:

$$\frac{R_2 L_2}{L_1} + R_2 = W$$

$$R_2 = \frac{W L_1}{L_2 + L_1} \quad (12)$$

2.2.6 Análisis Estático

Se procede a analizar el chasis obtenido anteriormente, según RFEDA y la FIA para realizar un análisis estático de un chasis se debe aplicar una carga n veces el peso del vehículo, dependiendo en qué sentido se va a analizar esto es para un ensayo lateral se aplica 3,5 veces el peso, en el caso del análisis frontal y posterior se aplica igualmente 3,5 veces el peso del mismo y finalmente para un análisis vertical a compresión de la estructura se aplica 7,5 veces el peso de la misma.

Una vez obtenidas las reacciones debemos definir la orientación de la carga la cual según las normas de la RFEDA y la FIA se debe descomponer en los 3 ejes utilizando el 90% de la carga para la orientación vertical, 8% en la orientación longitudinal y 42% en la dirección transversal todo esto de la carga nominal. (Real Federación Española de Automovilismo, 2016)

2.3 Ingeniería de detalle

Esta sección se refiere a inicio de la ingería de detalle y se analizará cada uno de los resultados obtenidos, tanto los esfuerzos y deformaciones del chasis producto

de las cargas estructurales y la simulación del impacto del vehículo, con estos resultados se analiza el factor de seguridad y la aceptación del modelo

2.3.1 Análisis FEA

El análisis de elementos finitos busca verificar y aprobar el diseño obtenido desde el modelo conceptual en 3D realizado con la ayuda de Inventor, una vez verificadas medidas mediante el uso del software ANSYS se procede a la construcción del mallado en el modelo del chasis diseñado, como se presenta en la figura 2.9

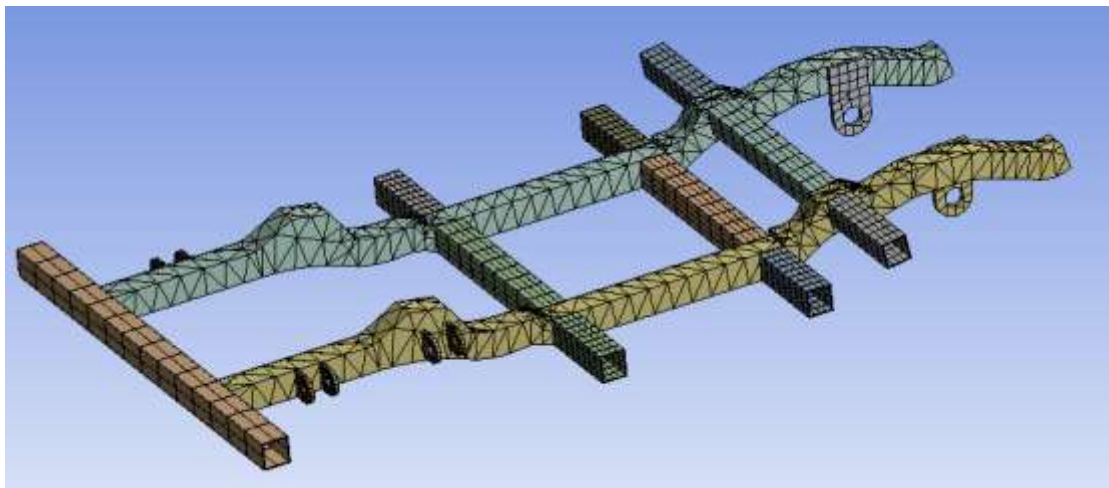


Figura 2.9 Mallado base chasis

Fuente: (Elaboración propia)

Se realiza la aplicación de pasos para obtener los esfuerzos y deformaciones de la estructura, como se detalla a continuación:

- Modelado de las cargas estructurales (se representa figura 2.11.)
- Modelado de las restricciones (se muestra figura 2.12)
- Mallado de la estructura (se presenta figura 2.10)
- Análisis de convergencia de las soluciones
- Análisis de esfuerzos y deformaciones
- Análisis de resultados

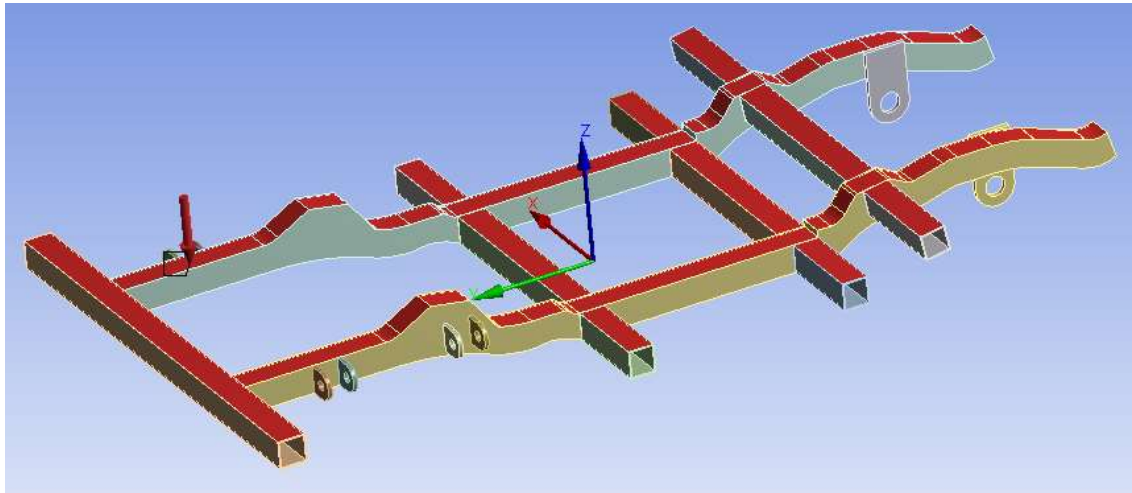


Figura 2.10 Modelado de las cargas y las restricciones

Fuente: (Elaboración propia)

En la figura 2.10 podemos observar que la carga de su peso se distribuye a lo largo de toda su superficie denotada en la figura por 2.10, de color rojo y las restricciones están en color azul y se interpreta donde el chasis va a estar sujeto o asentado, es decir de los soportes circulares tanto de la parte frontal como posterior de la base.

2.3.2 Costos de implementación

Se analizan los costos para la manufactura del chasis, considerando los costos de material, transporte, mano de obra y fungibles. Así como también el costo de un plan de pintura.

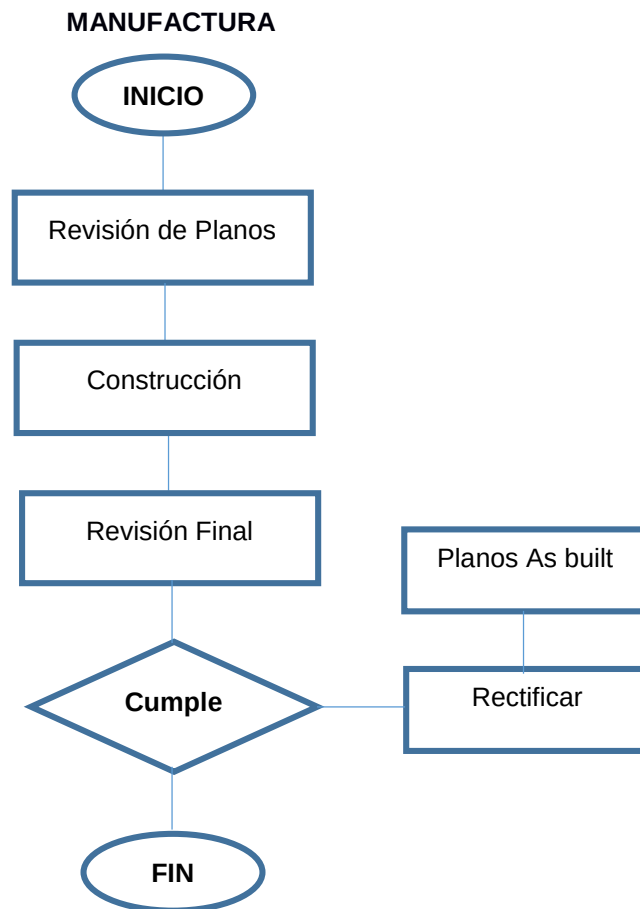


Figura 2.11 Metodología manufactura

Fuente: (Elaboración propia)

2.4 Manufactura

Con este paso se cierra la etapa de ingeniería de detalle, se empieza a dar vida al proyecto llevando lo que tenemos en el papel a la práctica y poder observar que problemas podemos tener en el diseño y si es del caso rectificar y generar nuevos planos, esta etapa se llevará a cargo en un taller particular con soldadores calificados bajo la supervisión de los desarrolladores del proyecto.

2.4.1 Revisión de planos

Una vez obtenido la aprobación del diseño del chasis se generan los planos necesarios para su construcción y se procede a su revisión donde se sintetiza de manera gráfica la secuencia de pasos considerados en la ingeniería conceptual, básica e ingeniería de detalle. Presentado en el apéndice A

2.4.2 Construcción

Para la manufactura del chasis es esencial concluir con los estudios de ingeniería, conceptual, básica y detalle, que nos permitirán plasmar físicamente las especificaciones desarrolladas en los planos constructivos y las consideraciones fundamentadas en los diferentes análisis realizados al modelo.

Es aquí donde se podrá receptar información respecto a problemas en el diseño o a problemas que se presenten durante la construcción para poder generar los correctivos necesarios y las recomendaciones que facilitarán la construcción al momento de una posible implementación del proyecto.

El chasis se construyó con soportes para evitar problemas de deformación causados por el calentamiento del material al momento de soldar, las soldaduras iniciales para los puntos de sujeción se realizan con soldadura tipo SMAW, para finalmente hacer el remate, cordón y acabado con soldadura tipo TIG, esta soldadura permite un acabado mucho mejor que la soldadura SMAW, es más limpio y nos disminuye el tiempo que nos toma para soldar.

Los largueros, (perfiles longitudinales) principales al tener una forma particular se los armó a partir del corte de los perfiles en cortadora de plasma CNC, como se aprecia en la figura 2.12, para terminar de conformarlo con dos flejes y poder obtener la forma deseada.

Los tubos redondos que conforman la parte superior son doblados y rolados con la ayuda de una plantilla para lograr las curvas deseadas y serán soldados de la misma manera con soldadura tipo TIG usando soportes para evitar que lleguen a tener una inclinación no deseada y moleste al momento de terminar de armar



Figura 2.12 Soldadura de largueros con soldadura TIG

Fuente: (Elaboración propia)

2.4.3 Revisión final

Al finalizar la construcción y realizar los ajustes de diseños necesarios, se procede a realizar la revisión final del chasis para corroborar que todas las medidas y ángulos son los correctos de acuerdo a los planos y se elaboraran los planos AS BUILT del proyecto los cuales serán los finales y los que se utilizarían en caso de implementación del mismo.

CAPÍTULO 3

3 RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los resultados de cada una de las fases de la ingeniería. En la ingeniería conceptual se muestra la selección del boceto final que muestra las formas del vehículo que sirvieron como el punto de partida para el diseño de la estructura. En los resultados de la ingeniería Básica se evidencian las dimensiones finales del automóvil, el diseño de forma en 3D, con la herramienta de diseño asistido por computadora, Autodesk Inventor, considerando las líneas de forma, las superficies del boceto original, y la estructura del chasis, además se listan los resultados de las reacciones que interactúan en el vehículo. La ingeniería de detalle muestra los resultados obtenidos del análisis de elementos finitos del chasis, los esfuerzos de Von Mises, la máxima deformación en los elementos, Los resultados del análisis de la soldadura y finalmente el análisis de costos para la manufactura del prototipo.

3.1 Ingeniería Conceptual

Posterior a la elaboración de tres bocetos a mano alzada del diseño de forma, considerando los requerimientos principales de un vehículo urbano, compacto de fácil parqueo, se seleccionó un modelo final que cumple las características mencionadas, siendo además el de mejor estética que los modelos anteriores, como se muestra en la figura 3.1.

Para la elaboración de los bocetos de la forma vehículo en este proyecto se consideraron tres puertas, dos en la parte delantera, que servirá para la entrada y salida del conductor y una en la parte posterior del automóvil, disponible para alojar una carga de pequeñas dimensiones, y un solo asiento lo que lo caracteriza como vehículo monoplaza.

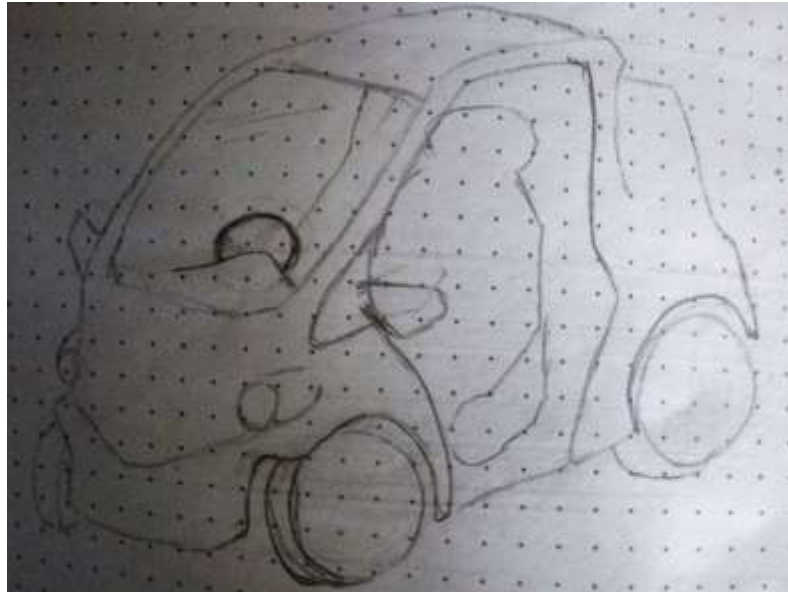


Figura 3.1 Boceto final diseño de forma

Fuente: (Elaboración propia)

3.2 Ingeniería Básica

Para el dimensionamiento del vehículo fue necesario respetar las ordenanzas municipales del M.I. Municipio de Guayaquil, con la finalidad que el aparcamiento del vehículo pueda realizarse de manera transversal en el espacio dispuesto por el reglamento del cabildo local, otorgando una ventaja sobre los vehículos de mayor tamaño que se alinean de forma longitudinal requiriendo mayor espacio para aparcamiento.

En la figura 3.2 se muestra un resumen de la ordenanza municipal de acuerdo al artículo 11.3 del capítulo 3, del anexo 5, del título II de las ordenanzas que regulan las condiciones de edificación y el uso del suelo en lotes y edificaciones; en cuanto al aparcamiento de vehículos, concediendo un espacio de cinco metros de longitud paralelo a la acera y dos metros y medio de perpendicular a la acera.

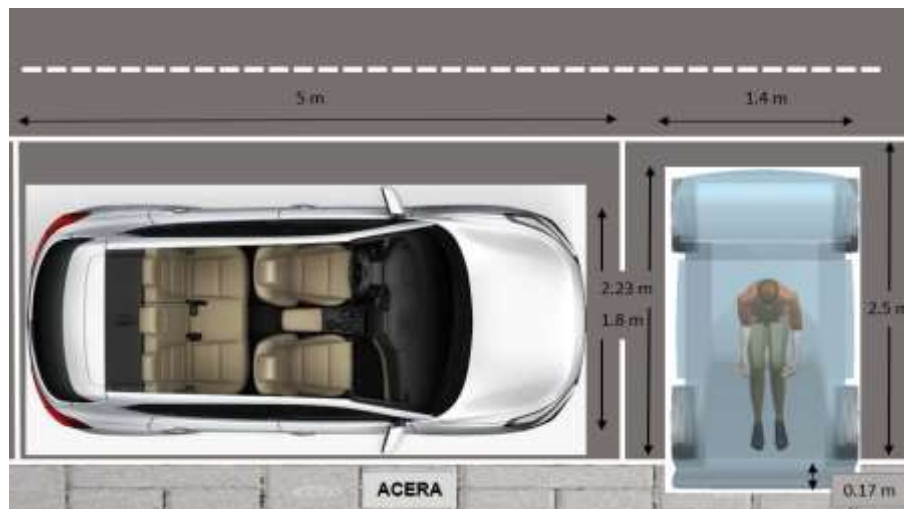


Figura 3.2 Dimensiones de Parqueo en la ciudad de Guayaquil

Fuente: (Elaboración propia)

En base a este análisis se establecieron las medidas del vehículo, como se observa en la figura 3.2, una dimensión de 2400 mm de largo, tamaño suficiente para aparcar de forma perpendicular a la acera sin violar el límite establecido, 1400 mm de ancho, con el que se podrán aparcar 3 vehículos en el espacio previsto para aparcamientos en la ciudad de Guayaquil y una altura de 1500 mm.

Tabla 8 Dimensiones del vehículo monoplaza

Dimensiones	Unidades (mm)
LARGO	2400
ANCHO	1400
ALTURA	1500
D. ENTRE EJES	1590

Fuente: (Elaboración propia)

Con las dimensiones seleccionadas anteriormente, se procedió a elaborar la maqueta digital en el software Autodesk Inventor, según como se aprecia en las diferentes vistas de las figuras, 3.3, 3.4 y 3.5,

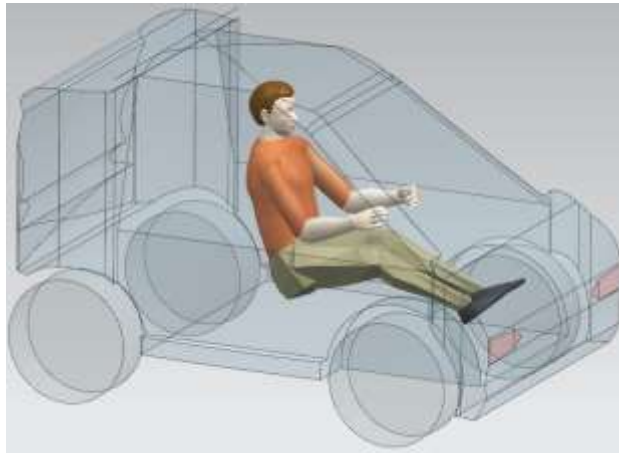


Figura 3.3 Vista Isométrica de la Maqueta Digital de la Carrocería

Fuente: (Elaboración propia)

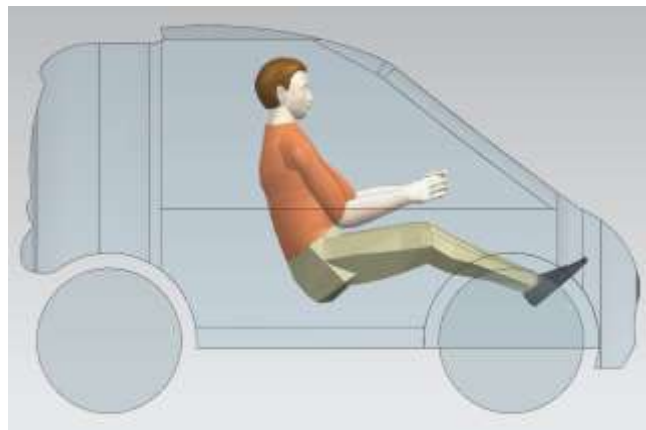


Figura 3.4 Vista lateral de la Maqueta Digital de la Carrocería

Fuente: (Elaboración propia)



Figura 3.5 Vista Frontal de la Maqueta Digital de la Carrocería

Fuente: (Elaboración propia)

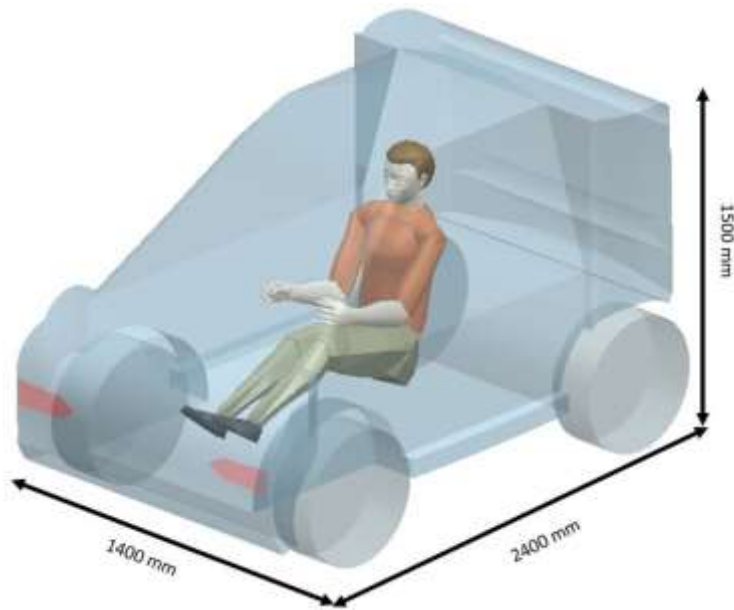


Figura 3.6 Medidas de la Maqueta Digital de la Carrocería

Fuente: (Elaboración propia)

Posterior al desarrollo de la maqueta digital, se elaboró la estructura del chasis tomando como referencia el diseño de la carrocería elaborada en una fase inicial. La estructura fue elaborada en dos secciones, una sección superior y una sección inferior.

La sección inferior o base del chasis fue diseñada de tal manera que la parte frontal y posterior se encuentren desfasadas por encima del nivel de la zona central, con la finalidad de ubicar las baterías en esta sección, por esta razón se reforzó con perfiles transversales que delimitan el área de los acumuladores debido al peso considerable en esta región, se diseñó además los soportes donde se alojarán los brazos de la suspensión en el costado frontal del chasis, y el soporte para el eje, ubicado en el costado posterior del vehículo, según se muestra en la figura 3.7.

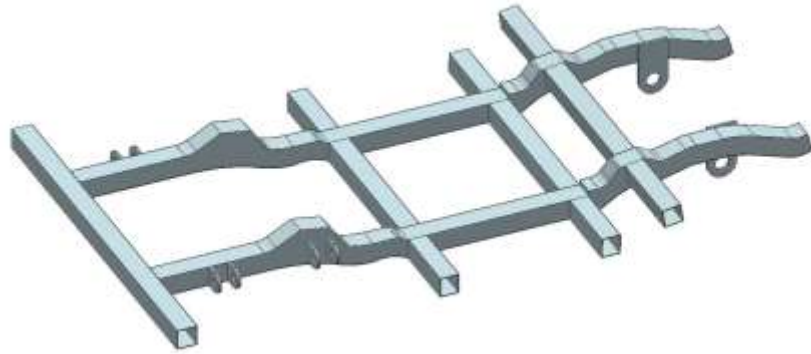


Figura 3.7 Base del chasis tubular

Fuente: (Elaboración propia)

La parte superior se diseñó con tubos de sección circular, para mayor facilidad en la manufactura, considerando la seguridad del conductor. La parte frontal de la estructura fue reforzada con el propósito de proteger la cabina del conductor, mientras que a las zonas superior y laterales las puertas agregan rigidez a la estructura brindando la confianza al conductor.



Figura 3.8 Estructura superior del chasis tubular

Fuente: (Elaboración propia)

Para la unión de las dos secciones fue necesario el diseño de los elementos de soporte de la estructura superior, como se evidencia en la figura 3.9 y 3.10, en la parte frontal existen 10 puntos de sujeción a la base del chasis, otorgando la sujeción suficiente al vehículo.



Figura 3.9 Soportes de la estructura tubular

Fuente: (Elaboración propia)

En la vista lateral de la estructura tubular de sección circular se pueden apreciar las bases de soporte que se unen longitudinalmente a la estructura tubular de sección cuadrada



Figura 3.10 Soportes de la estructura tubular

Fuente: (Elaboración propia)

En la figura 3.11 se muestra la vista superior de la estructura tubular, en la que se reflejan los soportes que se unen a la base del chasis en dirección transversal a la estructura inferior



Figura 3.11 Vista Superior de la Estructura tubular

Fuente: (Elaboración propia)

En la figura 3.12 se observa las dos secciones ensambladas indicando la estructura del chasis final.



Figura 3.12 Vista Superior de la Estructura tubular

Fuente: (Elaboración propia)

Parámetros de entrada

Para el desarrollo del análisis es importante definir los parámetros de entrada de las cargas que afectan al comportamiento del chasis, en la tabla a continuación se observan los pesos de los equipos involucradas en este análisis, que marcarán el punto de partida para la simulación

Tabla 9 Parámetros de entrada, cargas de equipos y autopartes

Autopartes	Masa (Kg)	Peso (N)
Motor	17	166,77
Baterías	120	1177,2
Cargador	4,98	48,8538
Controlador motor	1	9,81
Controlador carga	2	19,62
Controlador velocidad	0,5	4,905
Convertidor	1	9,81
Asiento conductor	8	78,48
Varios	30	294,3
Carga Total	184,48	1809,7488

Fuente: (Elaboración propia)

En la siguiente tabla se describe la sumatoria total de los pesos como: el chasis, las autopartes, la carga adicional de diseño, la condición de carga adicional al peso del vehículo, de 75 kg, exigida por la RFEDA, dando como total 4748.04 N.

Tabla 10 Masa total del vehículo

Cargas Principales	(Kg)	(N)
Chasis	110	1079,1
Carrocería	64	627,84
Autopartes	185	1809,7
Carga Maletero	50	490,5
Condición Norma RFEDA	75	735,75
Carga Total	484	4748,04

Fuente: (Elaboración propia)

3.3 Ingeniería de detalle

La estructura superior fue analizada inicialmente con tubos de 31.75 mm de diámetro exterior, y un espesor de 1.5 mm el mínimo sugerido por la Real Federación Española de Automovilismo (RFEDA), sin embargo en el primer desarrollo del análisis se comprobó que este diámetro de tubería no fue suficiente

para satisfacer las condiciones de cargas aplicadas, por tanto se seleccionó un diámetro de 38.1 manteniendo el espesor de 1.5 mm, dando como resultado esfuerzos muy ajustados sin suficiente factor de seguridad durante el análisis, por lo que al aumentar el espesor a 2 mm se obtuvo resultados satisfactorios.

El análisis de elementos finitos se lo realizó en dos etapas, la primera en la estructura superior del chasis y la siguiente etapa para la base del chasis, aplicando la norma de homologación de la RFEDA descrita en el capítulo anterior, las cargas para el desarrollo de la simulación se describen como se muestra en la tabla

Partiendo con los parámetros de entrada de la masa total del vehículo y sus consideraciones de acuerdo a la RFEDA, obtenemos las cargas en las distintas condiciones de ensayo, como: vertical, frontal y lateral, para la superficie como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11 Cargas aplicadas a la estructura superior

Estructura Superior	Vertical (7,5)	Frontal (3,5)	Lateral (3,5)
Carga (N)	3630	1694	1694
Superior Superficie (mm ²)	656875	276634	467016
Carga (MPa)	0,0055	0,0061	0,0036

Fuente: (Elaboración propia)

En la tabla 12, se muestran las cargas en las tres condiciones de ensayo para la base del chasis

Tabla 12 Cargas aplicadas a la estructura base

Estructura Base	Vertical (7,5)	Frontal (3,5)	Lateral (3,5)
Carga (N)	3630	1694	1694
Base Superficie (mm ²)	629027	88200	172454
Carga (MPa)	0,0058	0,0192	0,0098

Fuente: (Elaboración propia)

3.3.1 Simulación

En esta sección se muestran los resultados de los tres tipos de análisis de acuerdo al reglamento de homologación de estructuras de seguridad ante la RFEDA.

Análisis vertical de la base

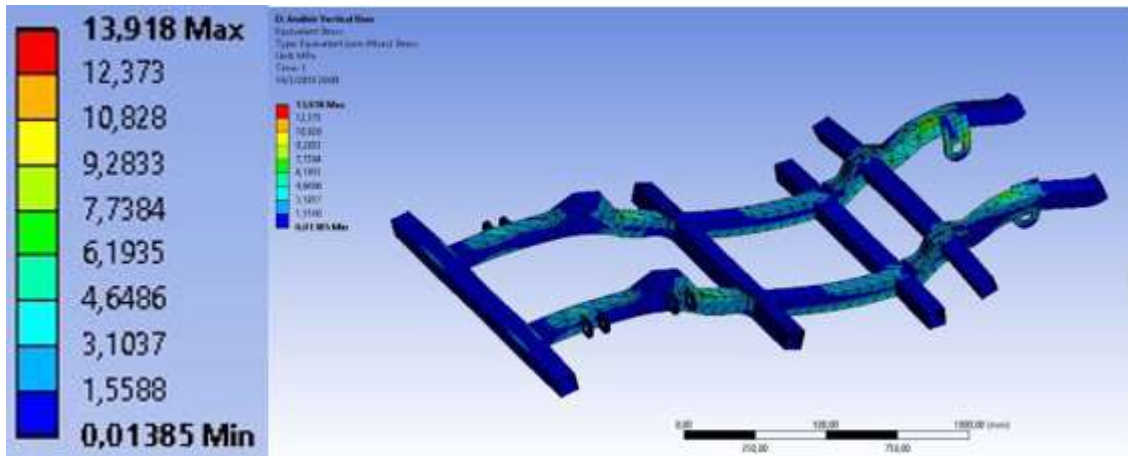


Figura 3.13 Esfuerzos base chasis análisis vertical

Fuente: (Elaboración propia)

A partir de la aplicación de la carga vertical, 7.5 veces la carga total del automóvil, se obtienen esfuerzos máximos de 14 MPa muy por debajo del esfuerzo de fluencia del material utilizado y como deformación máxima 0.09 mm, como se muestra en la figura 3.13 y 3.14.

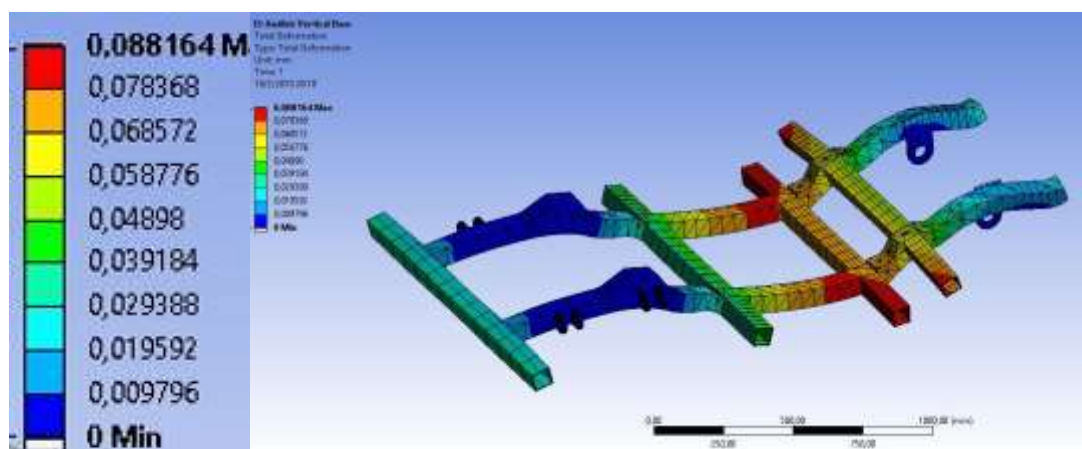


Figura 3.14 Deformaciones base chasis análisis vertical

Fuente: (Elaboración propia)

Análisis Frontal de la base

De acuerdo al reglamento de homologación la carga que corresponde para el análisis frontal es de 3.5 veces la masa total del vehículo

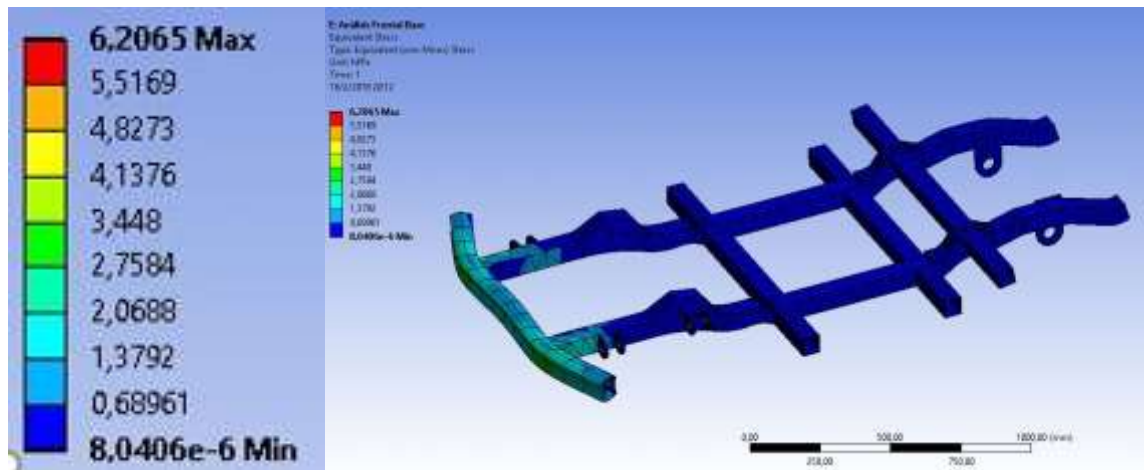


Figura 3.15 Esfuerzos base chasis análisis frontal

Fuente: (Elaboración propia)

Al realizar el análisis frontal de la base se obtuvo valores de esfuerzos y deformaciones máximas de 6.2 MPa y 0.03 mm lo que indica que la estructura aprobó este tipo de ensayo, como se presenta en las figuras 3.15 y 3.16

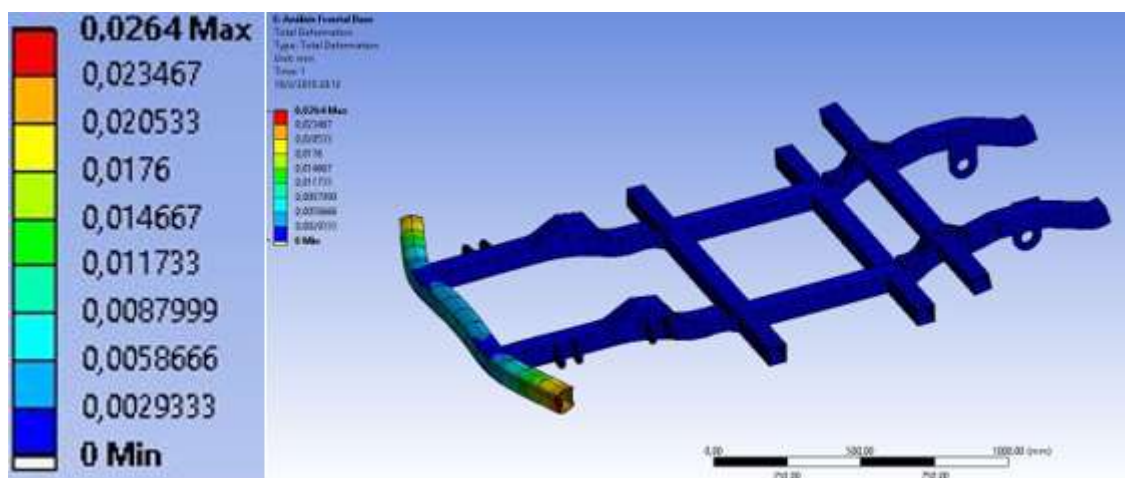


Figura 3.16 Deformaciones base chasis análisis frontal

Fuente: (Elaboración propia)

Análisis Lateral de la base

La carga aplicada para este análisis es de 3.5 veces la masa total del vehículo, la cual fue distribuida en la sección lateral para el cálculo, de dónde se presentan valores de esfuerzo y deformaciones máximos, 9.4 MPa y 0.003 mm, como se representa en las figuras 3.17 y 3.18.

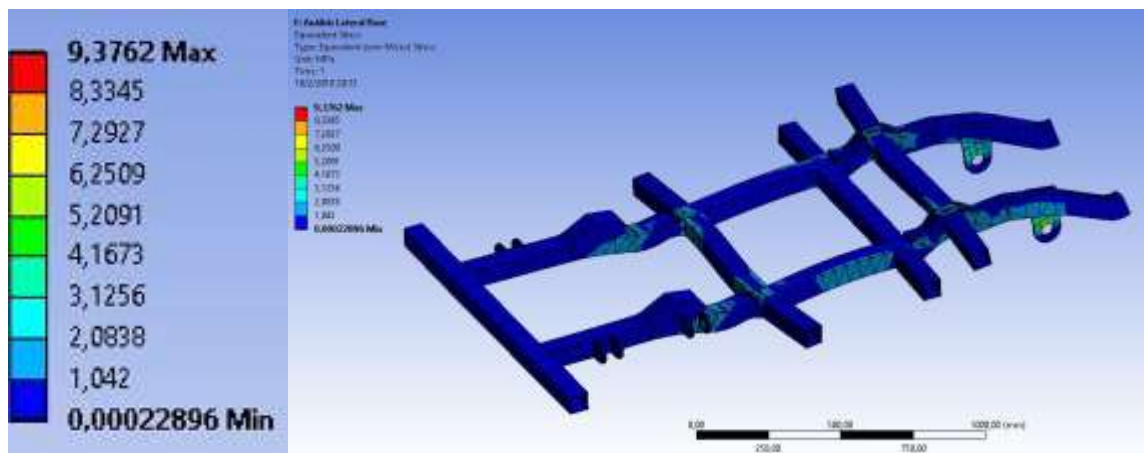


Figura 3.17 Esfuerzos base chasis análisis lateral

Fuente: (Elaboración propia)

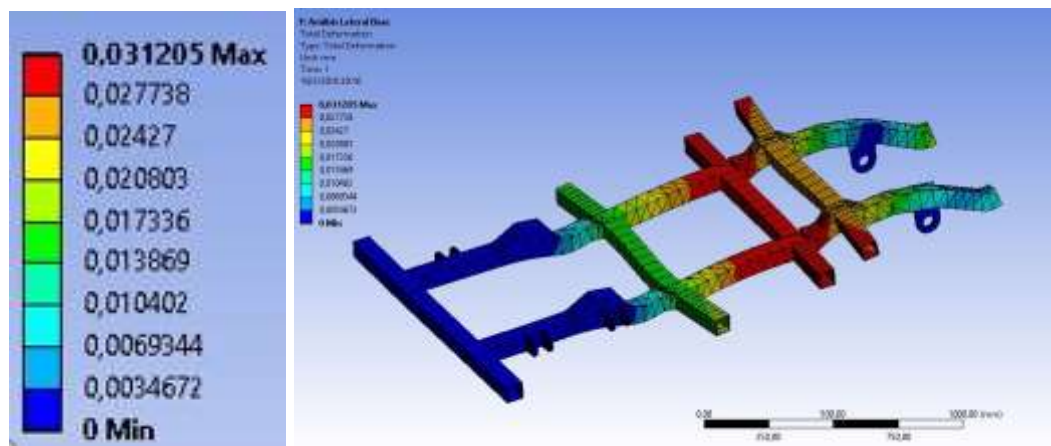


Figura 3.18 Deformaciones base chasis análisis lateral

Fuente: (Elaboración propia)

Luego de la simulación de las tres condiciones para la seguridad de estructuras, se resumen en una tabla los valores obtenidos, tanto de esfuerzo como deformación máxima, los cuales demuestran que la base del chasis no presenta inconvenientes al ser expuesta y analizada a cargas mayores que las de peso del vehículo.

Tabla 13 Esfuerzos y deformaciones estructura base

Estructura Base	Vertical (7,5)	Frontal (3,5)	Lateral (3,5)
Esfuerzos (Mpa)	14	6,2	9,4
Deformaciones (mm)	0,09	0,03	0,003

Fuente: (Elaboración propia)

Análisis vertical de la estructura tubular

La carga aplicada para esta prueba es de 7.5 veces la masa del vehículo.

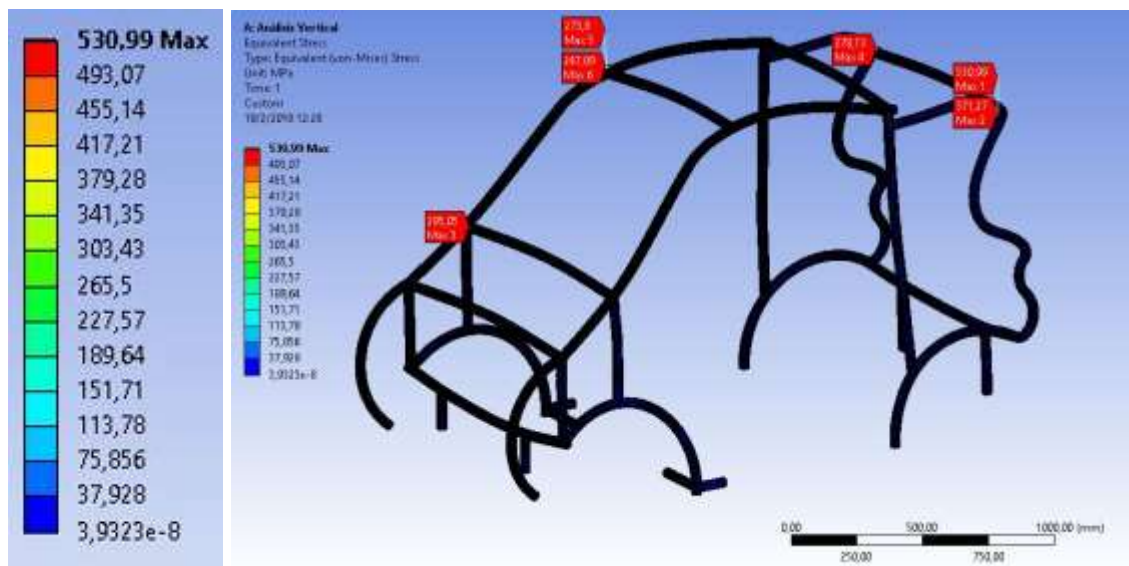


Figura 3.19 Esfuerzos estructura tubular análisis vertical

Fuente: (Elaboración propia)

Mediante este análisis se obtuvo 190 MPa como esfuerzo máximo y 2.4 mm de deformación, valores que comprueban la validez del modelo debido a que los valores de esfuerzos de fluencia son menores a los del material, y la deformación dentro del rango recomendado por el reglamento.

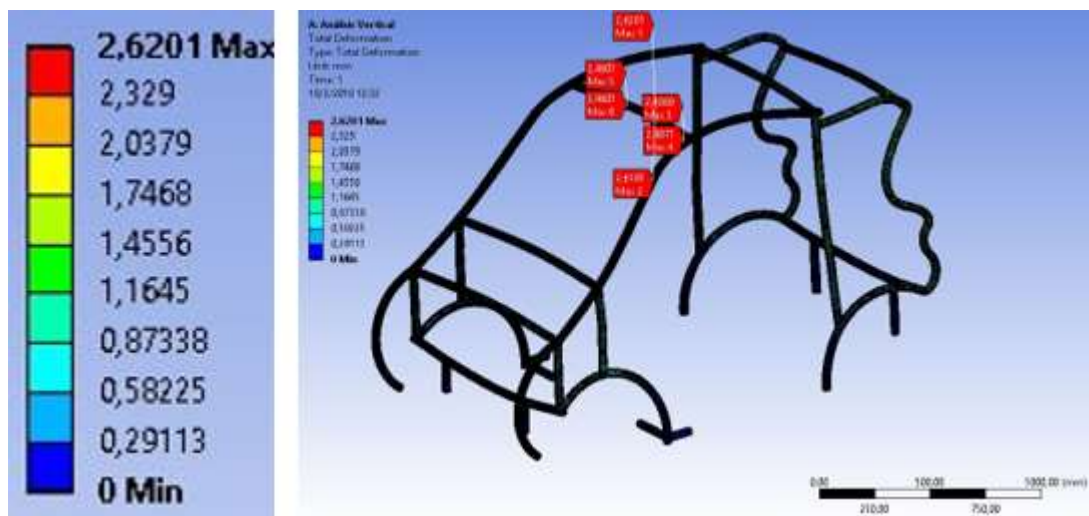


Figura 3.20 Deformaciones estructura tubular análisis vertical

Fuente: (Elaboración propia)

En la figura 3.19 y 3.20 se observan los resultados tanto del esfuerzo y la deformación para el análisis vertical

Análisis frontal de la estructura tubular

La carga aplicada en esta prueba frontal es de 3.5 veces el valor de la masa total del vehículo, la cual se distribuyó en la sección frontal del vehículo monoplaza.

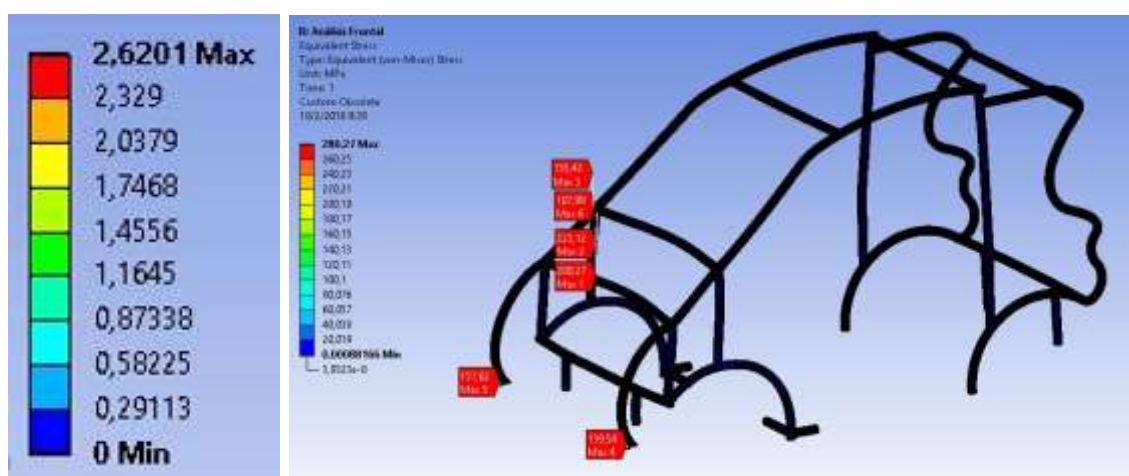


Figura 3.21 Esfuerzos estructura tubular análisis frontal

Fuente: (Elaboración propia)

Los resultados obtenidos en esta prueba son de 105 MPa de esfuerzo máximo y 1.3 mm de desplazamiento, que la convierten en una prueba satisfactoria para la aprobación del modelo como se muestran en las figuras 3.21 y 3.22

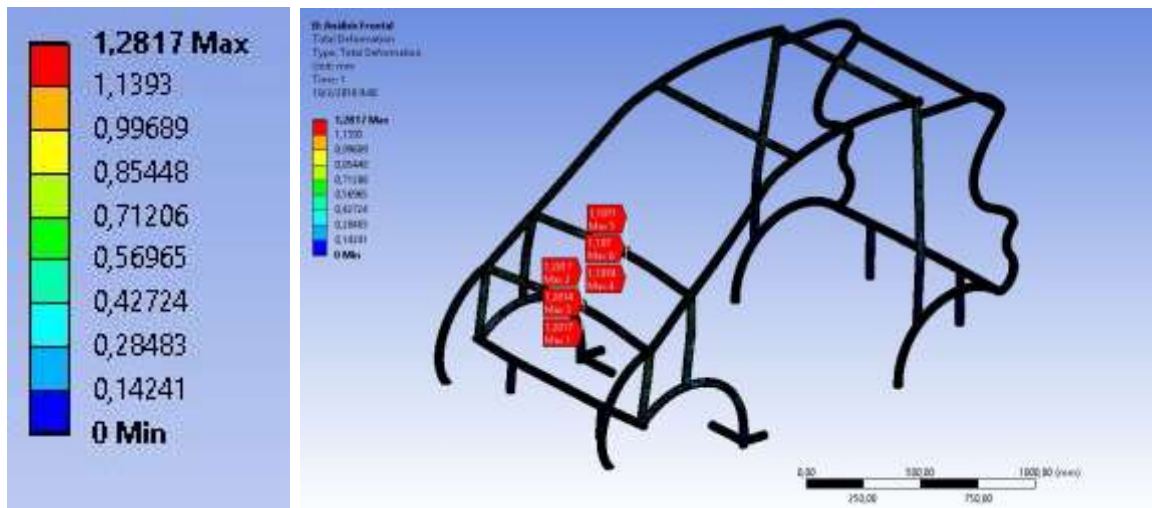


Figura 3.22 Deformaciones estructura tubular análisis frontal

Fuente: (Elaboración propia)

Análisis Lateral de la estructura tubular

La carga aplicada en esta prueba frontal es de 3.5 veces el valor de la masa total del vehículo, similar a la carga frontal, la cual se distribuyó en la sección lateral, aplicada a todo el contorno lateral del vehículo monoplaza.

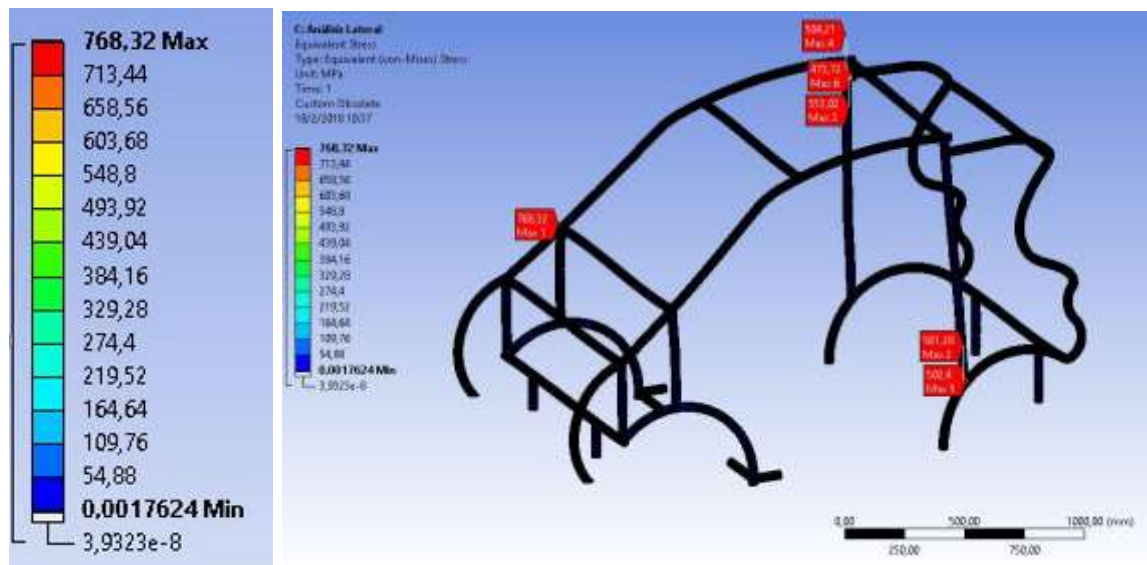


Figura 3.23 Esfuerzos estructura tubular análisis lateral

Fuente: (Elaboración propia)

En las figuras 3.23 y 3.24 se evidencian los resultados de esta prueba, 170 MPa y 5.8 mm de esfuerzos y deformaciones respectivamente, mostrando que la prueba lateral es la de mayor deformación, pero validada por estar dentro del rango de aceptación, es decir esfuerzo de fluencia menor al del material y deformación menor a la máxima propuesta por el reglamento de homologación de estructuras de seguridad.

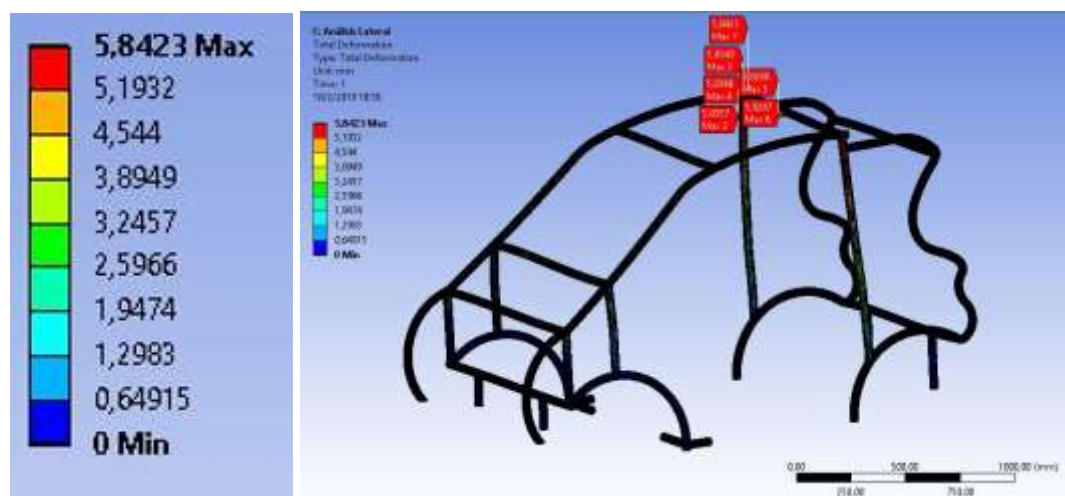


Figura 3.24 Deformaciones estructura tubular análisis lateral

Fuente: (Elaboración propia)

Al igual que en el análisis de la base del chasis para las tres condiciones para la seguridad de estructuras, se resumen en una tabla los valores obtenidos, tanto de esfuerzo como deformación máxima, estos valores evidencian que la estructura tubular es menos robusta que la base sin embargo los resultados están por debajo del límite de fluencia del material y con deformaciones dentro del rango aceptable por el reglamento de homologación de estructuras de seguridad.

Tabla 14 Esfuerzos y deformaciones estructura tubular

Estructura Superior	Vertical (7,5)	Frontal (3,5)	Lateral (3,5)
Esfuerzos (Mpa)	190	105	170
Deformaciones (mm)	2,4	1,3	5,8

Fuente: (Elaboración propia)

Análisis de Resultados

Al analizar los resultados se observó resultados mayores a los del punto de fluencia del acero, sin embargo, estos resultados no son parte de una distribución de esfuerzos, sino de datos puntuales y aberrantes.

En la figura 3.24 se observa una distribución de esfuerzos que corresponde a una media entre 170 y 190 MPa, es una distribución de un comportamiento tradicional dentro de lo que a cálculo estructural se refiere, muy diferente a los esfuerzos puntuales y aberrantes tratados en el párrafo anterior.

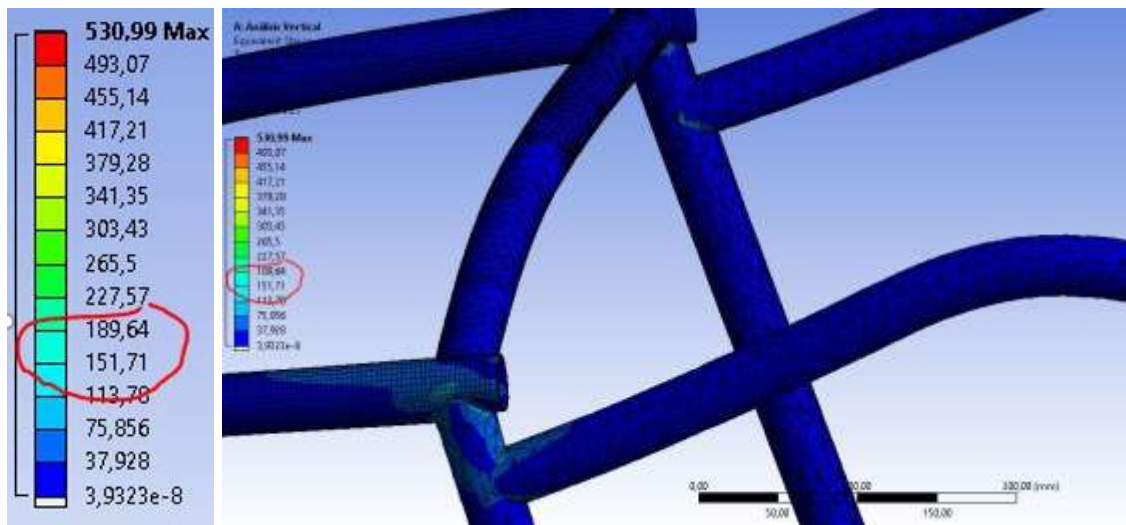


Figura 3.25 Deformaciones estructura tubular análisis lateral

Fuente: (Elaboración propia)

En la figura 3.23 se observa los datos puntuales que sobrepasan el esfuerzo de fluencia, como se especificó, son localizados y aberrantes, esto se debe a que en el diseño se conservó terminaciones de secciones muy finas, lo que hace que el software lo lea como concentración de esfuerzos.

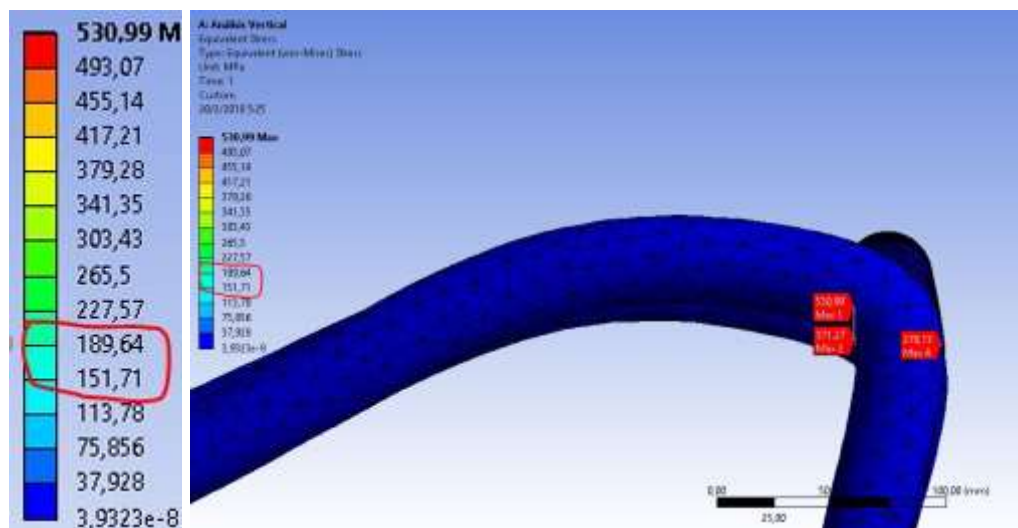
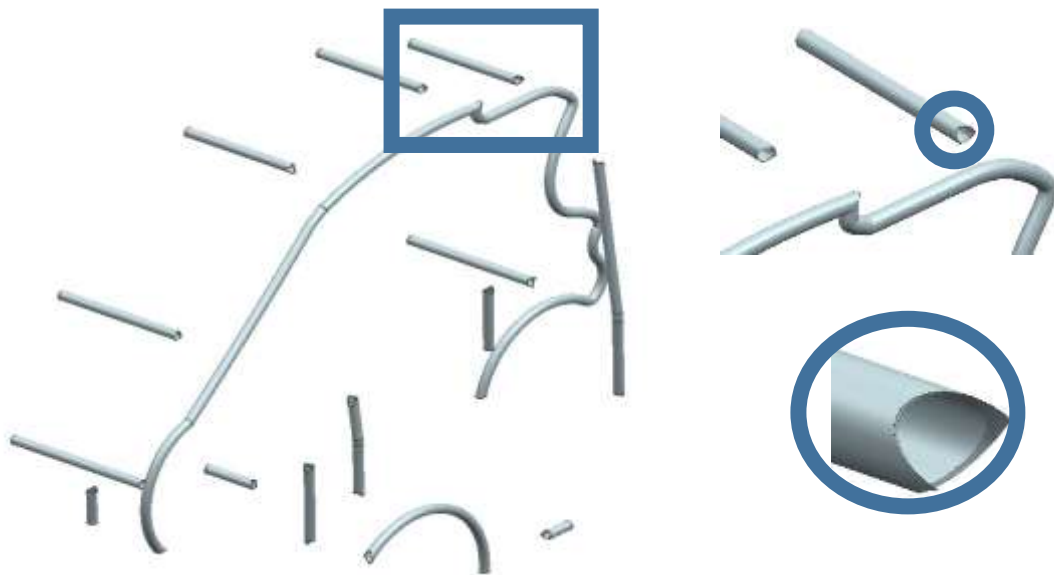


Figura 3.26 Deformaciones estructura tubular análisis lateral

Fuente: (Elaboración propia)

En la gráfica 3.27, se indica la unión de los elementos con terminaciones muy finas que se soldarán con la estructura lateral del vehículo. Estas secciones al momento del análisis no son consideradas como resultados dentro de la

distribución de esfuerzos, debido a la lectura del software, como esfuerzos concentrados muy elevados.



ir análisis lateral

Fuente: (Elaboración propia)

Aproximadamente el 98 % de los resultados tienen un promedio de 35 MPa, el 1.95 % de los resultados alcanzan un resultado de 190 MPa, y los datos aislados o aberrantes están fuera de la campana de distribución, y representan aproximadamente al 0.001%

En la gráfica 3.27 se muestra una gráfica de distribución de los datos, que muestra cómo se comportan los esfuerzos dentro de la simulación realizada y sobre todo la misma que nos permite discriminar los datos aberrantes obtenidos en este análisis estructural.

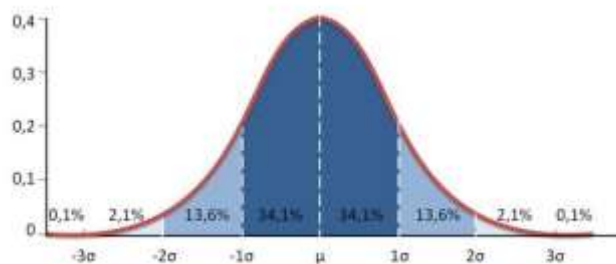


Figura 3.28 Deformaciones estructura tubular análisis lateral

Fuente: (Elaboración propia)

A pesar de tratarse de datos aberrantes, cuando este tipo de resultados representan una mayor concentración, es necesario reforzar estas secciones, para este análisis en especial se podría utilizar escuadras de refuerzos con imbornales, para impedir la concentración de los esfuerzos en las puntas de las escuadras, de esta manera se evita la concentración de esfuerzos conservando la rigidez de la estructura.



Figura 3.29 Deformaciones estructura tubular análisis lateral

Fuente: (Elaboración propia)

Reacciones en los ejes

En la siguiente tabla se muestra la reacción en los ejes, durante la aceleración del vehículo, al aplicar los frenos y a velocidad constante, este análisis nos ayuda a dimensionar el eje, lo que nos permitió diseñar el diámetro del agujero del soporte posterior, que alojará el eje con su rodamiento.

Tabla 15 Resultado de reacciones

Ecuación	Resultado	Unidades
4. $R_1 = \frac{R_2 L_2 - m a L_3}{L_1}$	155,4	N
5. $R_2 = \frac{m(gL_1 + aL_3)}{L_1 + L_2}$	162.8	N
9. $R_1 = \frac{R_2 L_2 + m a L_3}{L_1}$	210.3	N
10. $R_2 = \frac{m(gL_1 - aL_3)}{L_1 + L_2}$	225.1	N
11. $R_1 + R_2 = W$	135.8	N
13. $R_2 = \frac{W L_1}{L_2 + L_1}$	144.7	N

Fuente: (Elaboración propia)

3.3.2 Análisis de Costos

El actual análisis de costo abarca los valores de todos los aspectos del proyecto respecto a materiales, insumos, transporte y mano de obra necesarios para la normal y correcta fabricación del prototipo del mismo. Inicialmente se cuantificó la cantidad de materiales necesarios para la base del chasis y la cabina, así mismo los soportes para la construcción, en base a los planos previamente realizados que se encuentran anexados en el apéndice A, obtenidas estas cantidades se procedió a realizar cotizaciones en diferentes empresas dedicadas a la comercialización de materiales de acero, para verificar la disponibilidad de los materiales en el mercado y escoger la mejor oferta, como se muestra en el anexo B. Una vez escogida la oferta, se pidió al proveedor los detalles técnicos de los materiales comprados que se los puede apreciar en el anexo C.

En la Tabla 16, se muestra el costo de cada uno de los materiales estructurales que se utilizaron para la construcción.

Tabla 16 Costos de materiales estructurales

Material	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	IVA 12%	Total a pagar
Plancha de acero ASTM A36 e= 3 mm	2	\$ 60,00	\$ 120,00	\$ 14,40	\$ 134,40
Tubo estructural A513 1 1/2 x 2 mm	5	\$ 9,46	\$ 47,30	\$ 5,68	\$ 52,98
Plancha acero ASTM A36 e= 0.7 mm	2	\$ 12,50	\$ 25,00	\$ 3,00	\$ 28,00
Total costos					\$ 215,38

Fuente: (Elaboración propia)

Costos de los procesos realizados

Como parte del proceso de manufactura se debe realizar cortes, dobleces para poder dar forma a los perfiles no comerciales que están en el diseño y así mismo para la construcción de la cabina se debió doblar el tubo redondo para llegar a la forma deseada. Todos los costos de estos procesos se detallan a continuación en la tabla 17.

Tabla 17 Costos de procesos para construcción

Proceso	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	IVA 12%	Total a pagar
Doblado de tubos	22	\$ 2,00	\$ 44,00	\$ 5,28	\$ 49,28
Rolado de tubos	2	\$ 3,00	\$ 6,00	\$ 0,72	\$ 6,72
Corte en plasma perfiles	10	\$ 7,00	\$ 70,00	\$ 8,40	\$ 78,40
Corte de plancha	10	\$ 0,50	\$ 5,00	\$ 0,60	\$ 5,60
Doblado de planchas	4	\$ 0,50	\$ 2,00	\$ 0,24	\$ 2,24
Total costos					\$ 142,24

Fuente: (Elaboración propia)

Costos mano de obra para construcción y fungibles para soldadura

El siguiente análisis que se realizó es sobre la mano de obra de toda la construcción, que incluye proceso de armado, proceso de soldadura y proceso de pintura. En esta parte se solicitó asesoría de la empresa FEDEZO S.A. quienes asesoraron en el cálculo de estos valores y en la construcción del prototipo, costos que se aprecian en la tabla 18.

Tabla 18 Costos Mano de obra

Etapa	Costo M/O
Base chasis	\$ 380,00
Estructura superior de cabina	\$ 456,00
Total costos	\$ 836,00

Fuente: (Elaboración propia)

Estos valores incluyen lo que es proceso de armado, soldadura y pintura del proyecto, sin embargo, los fungibles que se van a utilizar en el proceso de soldadura, tiene un costo adicional, como se representa en la tabla 19, y se calcularon con la ayuda del ingeniero encargado.

Tabla 19 Costos de fungibles para proceso de soldadura

Fungibles	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	Iva 12%	Total a pagar
Carga Argón	1,25	\$ 90,00	\$ 112,50	\$ 13,50	\$ 126,00
Aporte acero	4,00	\$ 4,65	\$ 18,60	\$ 2,23	\$ 20,83
Disco de pulir 4"	4,00	\$ 1,79	\$ 7,16	\$ 0,86	\$ 8,02
			Total costos		\$ 154,85

Fuente: (Elaboración propia)

Costos materiales de pintura

Si bien en la mano de obra ya incluye el proceso de pintura, los materiales necesarios para esta etapa se requieren calcular por separado, para lo cual necesitamos conocer el área superficial del chasis, que se puede calcular con los planos de construcción o mediante el software Inventor que utilizamos para el modelado, y con los datos de rendimiento de la pintura seleccionada, como se muestra en el anexo C, se pueden estimar estos costos, así como también el

cálculo del thinner y la masilla para cubrir imperfecciones causadas por los procesos de doblado, rolado y corte.

Tabla 20 Área superficial de cada elemento del chasis

Elemento	Área(m2)
Base chasis	5,12
Estructura superior de la cabina	5,34
Superficie Total	10,46

Fuente: (Elaboración propia)

Cada tipo de pintura tienen sus propias características diferentes dependiendo su marca y su tipo, en nuestro caso escogimos una pintura de marca CONDOR, marca muy conocida y comercial dentro de nuestro país, llamada ANTIOX ACABADO FINAL 900BC. Una propiedad particular muy interesante de esta pintura es que sirve como pintura de protección de superficie y pintura de acabado evitando gastar más en pintura. El rendimiento de esta pintura es de 11 m² por litro y conociendo que la superficie total del chasis a pintar es de 10.46 m²; podemos estimar el costo de los materiales a ocupar. Además, se necesitarán realizar 2 pasadas de pintura para obtener una protección y acabado óptimo, por lo cual los costos de materiales quedan de la siguiente manera.

Tabla 21 Costo de materiales de pintura

Pintura	Cantidad(L)	Precio unitario	Subtotal	Iva 12%	Total a pagar
Anticorrosiva Negro brillante	1,90	\$ 9,23	\$ 17,54	\$ 2,10	\$ 19,64
Thiner	0,48	\$ 10,15	\$ 4,82	\$ 0,58	\$ 5,40
Lijas	5,00	\$ 0,50	\$ 2,50	\$ 0,30	\$ 2,80
Masilla	0,20	\$ 11,57	\$ 2,31	\$ 0,28	\$ 2,59
			Total costos		\$ 27,84

Fuente: (Elaboración propia)

Para culminar el análisis costos del proyecto se presenta a continuación en la tabla 22 el valor total de los costos en la construcción del prototipo, cabe mencionar que se estimó el transporte de los materiales como el 5% del costo de la mano de obra.

Tabla 22 Costo total por manufactura del chasis

Chasis vehículo eléctrico de uso urbano		
Costos de materiales		\$ 398,07
Estructurales	\$ 215,38	
Fungibles	\$ 154,85	
Pintura	\$ 27,84	
Costos de procesos		\$ 142,24
Costos M/O		\$ 836,00
Costos Transporte		\$ 41,80
Total costos		\$1.418,11

Fuente: (Elaboración propia)

3.4 Manufactura

3.4.1 Construcción

Para la construcción se procedió a revisar los planos previamente realizados, para establecer los procesos y el orden más idóneo para una mejor y más sencilla manufactura. Dentro de estos lineamientos la manufactura se la realizó en 2 etapas, la primera en la cual se construyó la base del chasis y en la segunda en la cual ya se le da a la forma a la cabina superior.

En la primera etapa, debido a que los perfiles diseñados no son comerciales se debió realizar los siguientes procesos en el siguiente orden:

- 4 Cortes con plasma del perfil para los largueros.
- 4 Cortes convencionales de flejes para completar el cajón de los largueros
- 6 dobleces para construcción de las columnas transversales

Una vez realizados estos procesos, se continuó con el armado de los perfiles. Iniciando con los largueros, el armado se lo realizó fijando los perfiles a una mesa de trabajo y se procedió a armar inicialmente con puntos, para poder verificar que la rectitud, planitud e inclinación necesaria sean las correctas, una vez verificado y aprobado todo lo anterior se realizó el cordón definitivo de soldadura. De la misma manera se armaron los transversales y finalmente se pudo ensamblar toda la base.



Figura 3.30 Proceso de Armado de la base de chasis

Fuente: (Elaboración propia)

Una vez ensamblada la base se le aplicó una primera mano de pintura para protegerlo de la corrosión durante el tiempo que dure la manufactura total del chasis y darle la pintura de acabado final.



Figura 3.31 Capa de protección a la corrosión

Fuente: (Elaboración propia)

Para la segunda etapa se realizaron los procesos de doblado y rolado de los tubos de sección transversal redonda de 1 ½ “, debido a que en nuestro país las máquinas CNC dobladoras y roladoras son muy escasas se realizó estos procesos con la ayuda de una plantilla cortada con plasma para poder usarla de referencia en el proceso de doblado.



Figura 3.32 Proceso de doblado de tubos

Fuente: (Elaboración propia)



Figura 3.33 Proceso de doblado de tubos

Fuente: (Elaboración propia)

Como siempre las partes dobladas vienen en pares, se procedió a doblar la primera teniendo como referencia la plantilla y la segunda se la dobló en base a la primera como se puede observar en las figuras 3.31 y 3.32

Para el proceso de rolado de la misma manera se procedió a doblar la primera pieza en referencia a la plantilla, como se aprecia en la figura 3.33, y la segunda guiándose por la primera.



Figura 3.34 Proceso de rolado de tubos

Fuente: (Elaboración propia)

Una vez obtenidas todas las piezas dobladas, presentado en las figuras 3.33, 3.34 y 3.35 se procedió presentar de la manera que irían las piezas, como se puede observar en la figura 3.36, para verificar estar dentro de los parámetros de las medidas, para cumplir con el concepto de vehículo compacto, al finalizar la revisión de medidas y correcciones tomadas respecto a los dobleces se empezó el ensamblado de los tubos con puntos de soldadura para evitar cualquier error al momento unir las partes, puntos que luego fueron reemplazados por los cordones definitivos.



Figura 3.35 Partes roladas terminadas.

Fuente: (Elaboración propia)



Figura 3.36 Piezas presentadas antes de acoplar

Fuente: (Elaboración propia)



Figura 3.37 Ensamble final con puntos de soldadura

Fuente: (Elaboración propia)

En la figura 3.37 se muestra armada la estructura en gran porcentaje unida con puntos de soldaduras a manera de presentación de las partes principales, a la cual se le agregó los componentes restantes para la culminación del proyecto.

Una vez que se terminó el ensamble y se aprobaron todas las medidas se procedió a realizar los cordones de soldadura final para luego darle la segunda capa de pintura de protección de corrosión y finalmente darle la capa final de acabado de pintura y así obtener nuestro prototipo terminado acorde a lo deseado, como se aprecia en la figura 3.38.



Figura 3.38 Prototipo terminado

Fuente: (Elaboración propia)

CAPÍTULO 4

En este capítulo se describe la importancia de los resultados obtenidos en el capítulo anterior respecto a la simulación del diseño y manufactura del chasis del vehículo eléctrico de uso urbano. También se muestran las conclusiones a la que llegamos en base a los objetivos del proyecto y las recomendaciones a considerar para un posterior estudio o desarrollo del mismo.

4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La importancia del presente trabajo radica en ser un prototipo en primera fase para el desarrollo de trabajos posteriores que permitan la recopilación de información, pruebas de rendimiento y rediseño de ser el caso para poder crear una fuente de información útil para el desarrollo de la tecnología de vehículos eléctricos en la industria de nuestro país, las fortalezas de del diseño se basan en su resistencia, bajo peso y tamaño compacto que harán del futuro vehículo un prototipo muy funcional en ciudad sobre todo al momento de encontrar aparcamiento; una de las debilidades que pudimos apreciar es la de limitar el diseño a ser monoplaza y no de uso familiar.

Se utilizó las regulaciones de la FIA y RFEDA debido a que son recomendaciones que permiten la seguridad de estructuras de vehículos a través de cargas redundantes, dispuestas de manera vertical, frontal, lateral y posterior, por medio de análisis estático, que es muy simplificado respecto al análisis dinámico en el cálculo de ensayo de choques, con estas homologaciones se obtienen resultados satisfactorios con menor tiempo de respuesta.

Debido a que la base está conformada por un contorno plano en su gran mayoría no fue necesario refinar el mallado, se trabajó con 22197 nodos y 6113 elementos; en cuanto a la estructura superior fue necesario trabajar con una malla más fina por lo que se obtuvo 933934 nodos y 235007 elementos.

Los resultados obtenidos son muy alentadores y marcan el camino para en un futuro tener el primer vehículo eléctrico construido en nuestra universidad.

El presente trabajo se enfocó en el diseño del chasis de un vehículo eléctrico de uso urbano en 2 fases, la primera en el desarrollo de la base que será la encargada de sostener todas las cargas por el peso de los componentes del vehículo, por lo que se necesitó una estructura robusta que nos garantice no fallar en su propósito lo cual fue confirmado en el análisis FEA realizado mediante el uso del software Ansys. Se obtuvo

como resultado que el esfuerzo de Von Mises obtenido fue 14 MPa y 0.09 mm de deformación máxima en la prueba vertical, como el mayor valor más representativo en el análisis de la base de la estructura, valores que están por debajo del límite de fluencia y por consiguiente debajo de los límites de comportamiento elástico del material de acero seleccionado.

En la segunda fase se diseñó la estructura para la cabina del piloto, y tiene como objetivo brindar seguridad en todo momento, incluso en caso de algún tipo de accidente. Inicialmente se diseñó la estructura con tubo redondo de 31 mm y 1.5 mm de espesor y los resultados obtenidos fueron de 350 MPa, valor mayor al límite de fluencia por lo que se procedió a cambiar la sección transversal a 38.1 mm y 2 mm de espesor, arrojando como resultados un esfuerzo de von mises de 190 MPa y 2.4 mm de deformación máxima valores, en la prueba de análisis vertical, con valores más representativos, se evidencia que la estructura está por debajo del límite de fluencia, validando la estructura.

4.1 Conclusiones

- Se cumplió con la idea conceptual de vehículo de uso urbano, debido a su tamaño compacto dado por sus dimensiones (1400 x 2400 x 1500 mm), facilitando el aparcamiento en el casco central de la ciudad.
- Los resultados de la simulación, tanto de la base como de la estructura tubular superior del chasis, presentaron resultados satisfactorios en los tres tipos de análisis realizados, con el que se cumple el reglamento de homologación de estructuras de seguridad de la RFEDA y FIA.
- En base al dimensionamiento del vehículo se logró identificar y seleccionar las autopartes que tienen incidencia significativa en la obtención de la carga total del vehículo utilizada como referencia para el análisis estructural
- Los costos más relevantes para la construcción del chasis son los de la mano de obra que representan el 59% y el costo de materiales con un 28% que constituyen el 87 % del costo total.

4.2 Recomendaciones

- Durante la etapa de diseño es muy importante el análisis de la geometría y sus formas para evitar errores en la etapa de mallado.

- Es muy importante analizar con detenimiento los valores de esfuerzos y deformaciones, los valores de la escala no siempre corresponden a valores promedios dentro de un análisis, en el caso particular de este proyecto, se evidenciaron valores de esfuerzos mucho mayores al esfuerzo de fluencia del material, sin embargo se trató de resultados aislados y puntuales, esto se debió a que en las uniones de los tubos se realizó el desarrollo de la tubería para el corte y debido empalme entre tubos es inevitablemente crear terminaciones en punta, que el software reconoce como concentraciones de esfuerzos.
- Si los resultados no se dieran como se especifica en el punto anterior, es recomendable la utilización de refuerzos con imbornales lo que da mayor rigidez a la estructura y evita la concentración de esfuerzos en los nodos de un empalme con soldadura.
- Se recomienda para la construcción de los largueros con los perfiles cortados, realizar moldes que no permitan el desplazamiento o inclinación de los mismos y así poder evitar el descuadre del perfil construido.
- Se recomienda en la parte de diseño trabajar con perfiles que existan en el mercado y facilitar la manufactura del chasis, evitando problemas que se puedan presentar al momento de construir los perfiles con medidas no comerciales.
- En la parte del diseño de la cabina se recomienda evitar curvas pronunciadas o difíciles de realizar por medio de dobladoras evitando una construcción compleja, así como diseñar y construir moldes para facilitar el proceso de armado de la cabina y evitar desplazamiento e inclinaciones no deseadas.
- Por tema de costos es recomendable en cuanto a construcción masiva de este tipo de vehículos será necesario automatizar el proceso de doblado y de soldadura.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Gamarra, H. (2014). *Diseño de un motor síncrono con imanes de ferritas para motocicleta*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Calvo Rodríguez, A. (2010). *DISEÑO Y ANÁLISIS DE UN CHASIS PARA UN PROTOTIPO DE FÓRMULA SAE*. Madrid: Universidad pontificia de comillas.
- Central de repuestos. (2016). Artículo de Prensa "Caja de dirección de cremallera". Costa Rica.
- Cruz Dominguez, L., & Quintana Pérez, D. (2007). *Manufactura y ensamble del bastidor y sistema de suspensión de un prototipo off road mini baja SAE series para competencia*. Culiacán: Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica unidad Culiacán.
- Diario El País. (2011). Artículo de Prensa "Las baterías se acatarran y también se sofocan". Madrid, España.
- Diario Hoy. (2017). Artículo de Prensa "¿Cuántos autos hay en el mundo?". Los Ángeles, Estados Unidos.
- Emrax, I.-m. (2018). Ficha Técnica "Electric cars components". Eslovenia.
- Energy Ev. (2018). Ficha técnica "Partes y refacciones para vehículos eléctricos". Hermosillo, México.
- Gobernación de Loja. (2017). Artículo de Prensa "La primera electrolinera del país se encuentra en Loja". Loja, Ecuador.
- González Marrero, S., Ramos Martín, A., Méndez Fernández, F., González Fernández, J., Cortés Mallavibarrena, J., & Méndez González, A. (2010). *Proyecto de conversión de un automóvil de combustión interna en eléctrico*. Las Palmas de Gran Canaria: Universidad de las Palmas de Gran Canaria.
- Híbridos y Eléctricos. (2012). Artículo de Prensa "Componentes principales del coche eléctrico". Barcelona, España.
- Hyundai Motors. (2018). *Ficha Técnica "Hyundai Santa fe"*.
- Lee, H., Won, C., & Kim, J. (2009). *Design Sensitivity Analysis and Optimization of McPherson Suspension Systems*. Londres.
- Nissan Global. (2018). Ficha técnica "Landglider". Japón.
- O'Connor, J. (2017). Artículo de Prensa "Battery showdown: Lead acid vs lithium -ion". Estados Unidos.

- Real Federación Española de Automovilismo. (2016). *REGLAMENTO DE HOMOLOGACIÓN DE ESTRUCTURAS DE SEGURIDAD ANTE LA R.F.E de A.* Madrid.
- Renault. (2018). Ficha Técnica "Twizy". México.
- Revista Líderes. (2015). Artículo de Prensa "Un vehículo eléctrico es parte de una investigación". Quito, Ecuador.
- Smart Usa. (2018). Ficha técnica "FORTWO". Estados Unidos.
- Suntaxi LLumiquinga, C. (2014). *"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DIRECCIÓN PARA UN VEHÍCULO TRIMOTO"*. Latacunga: Escuela superior del ejercito.
- Vaca Solís, J. (2014). *BANCO DE PRUEBAS PARA EL ANÁLISIS Y COMPORTAMIENTO TÉRMICO DEL SISTEMA DE FRENOS DE DISCO Y TAMBOR EN AUTOMÓVILES.* Latacunga: Escuela Superior Politécnica del Ejercito.
- Volkswagen. (2018). Ficha técnica "Nils". Alemania.

APÉNDICES

APÉNDICE A
Planos Esquemáticos

APÉNDICE B

Cotizaciones

APÉNDICE C

Fichas técnicas materiales

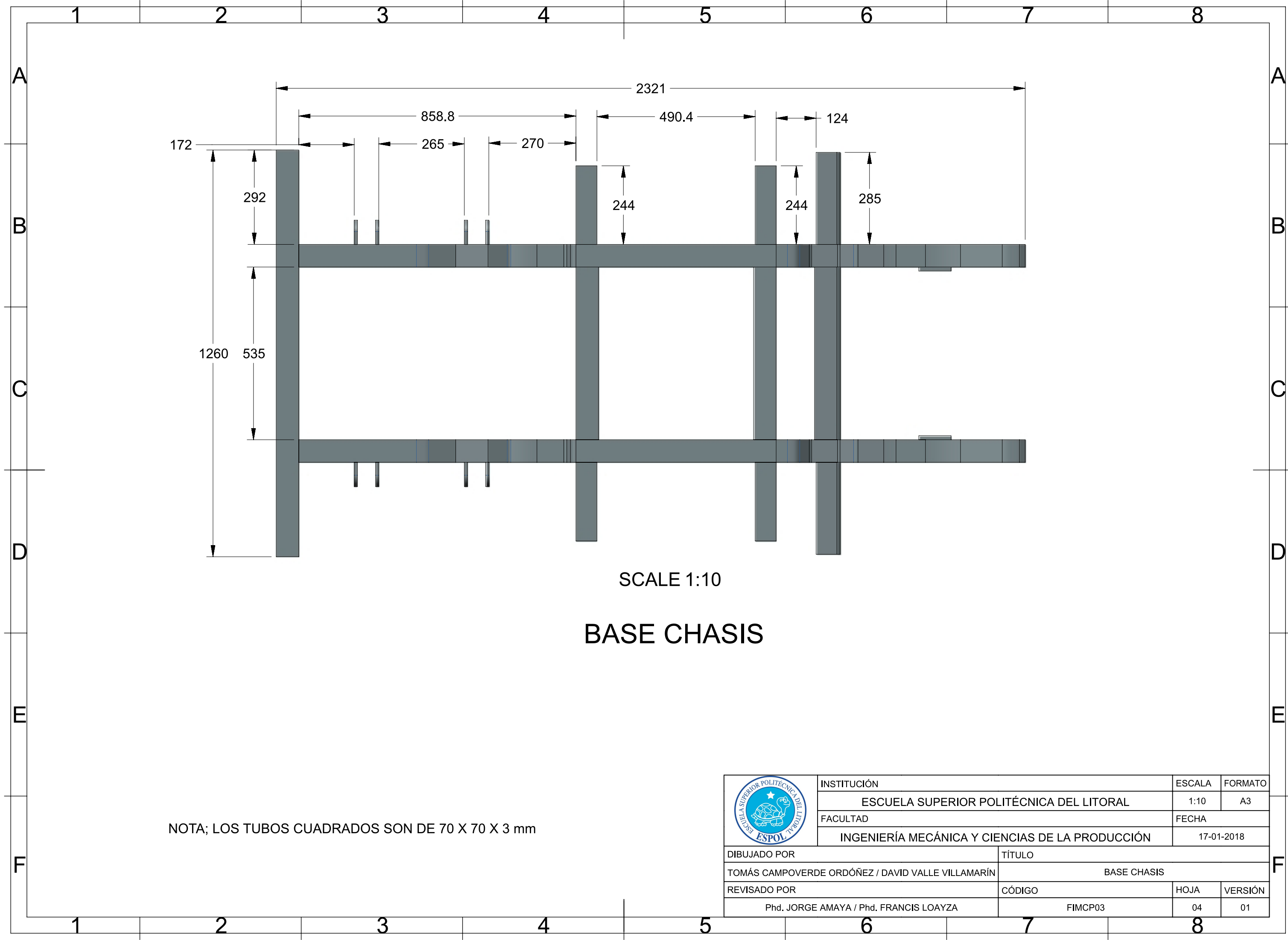
APÉNDICE D

Normas técnicas

APÉNDICE E

Reportes de simulación

APÉNDICE F
Equipos y autopartes

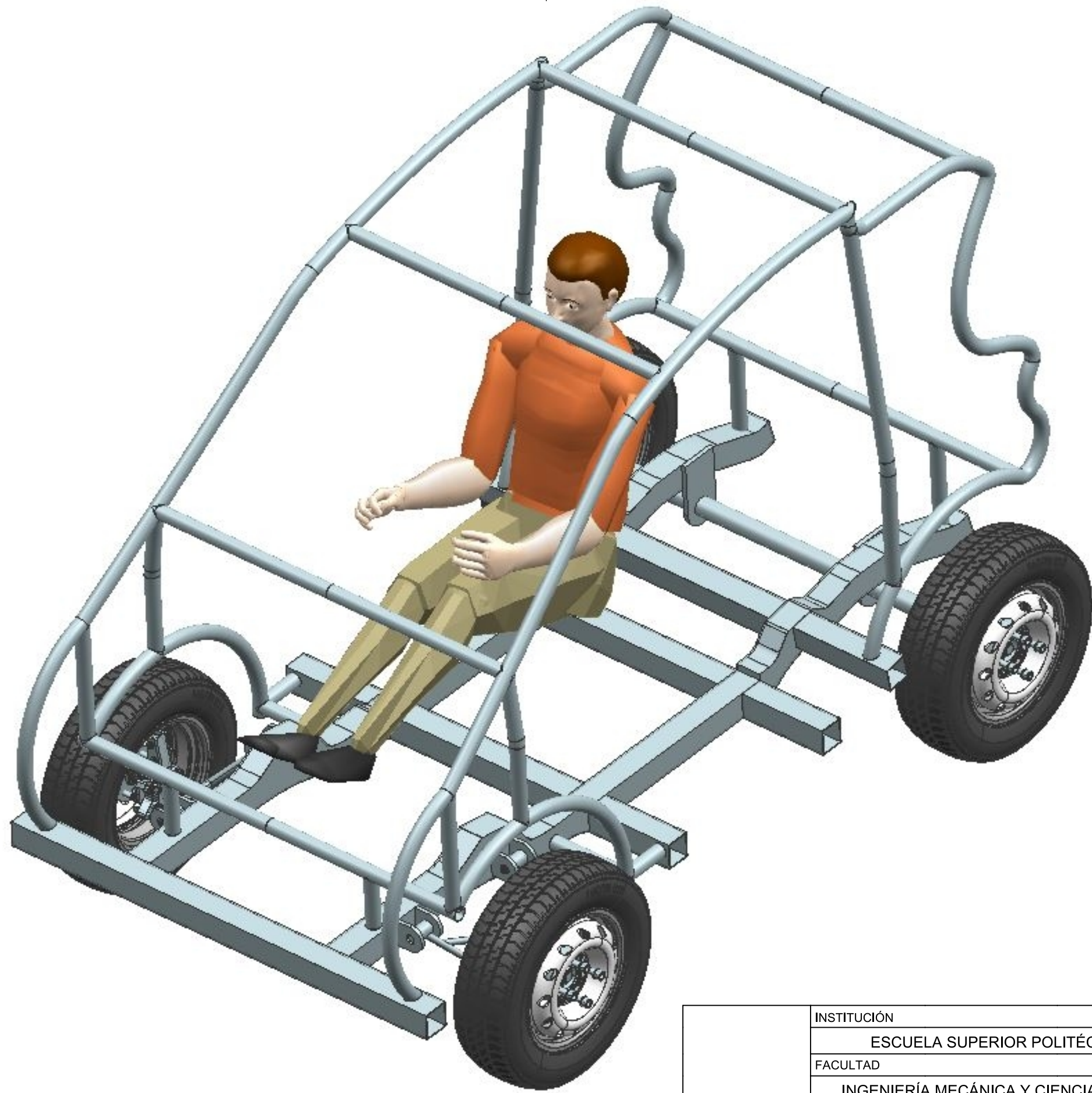


SCALE 1:10

BASE CHASIS

NOTA; LOS TUBOS CUADRADOS SON DE 70 X 70 X 3 mm

	INSTITUCIÓN		ESCALA	FORMATO
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		1:10	A3
	FACULTAD		FECHA	
	INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN		17-01-2018	
DIBUJADO POR		TÍTULO		
TOMÁS CAMPOVERDE ORDÓÑEZ / DAVID VALLE VILLAMARÍN		BASE CHASIS		
REVISADO POR		CÓDIGO	HOJA	VERSIÓN
Phd. JORGE AMAYA / Phd. FRANCIS LOAYZA		FIMCP03	04	01



SCALE 1:10

CHASIS VEHÍCULO ELÉCTRICO

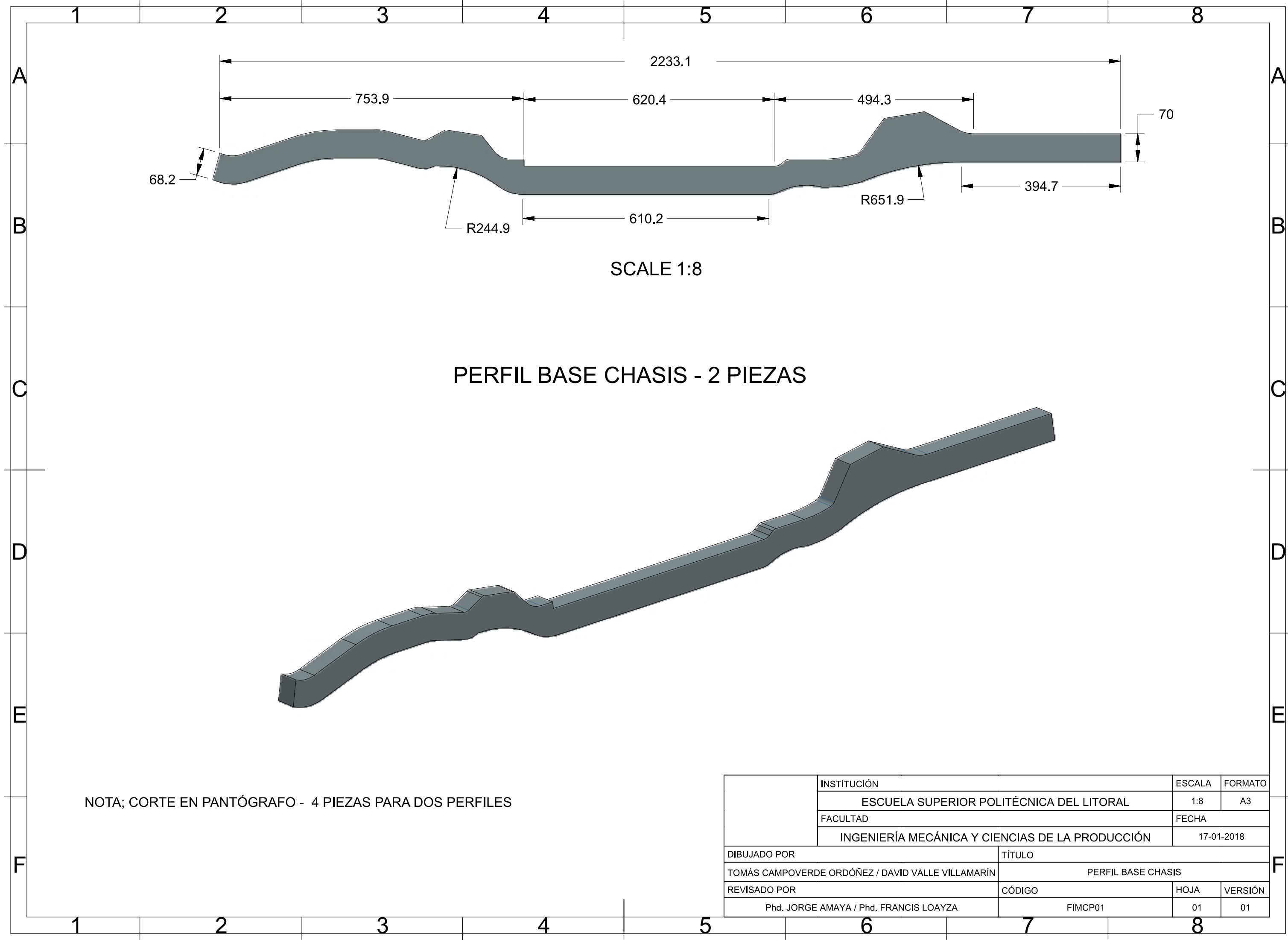
	INSTITUCIÓN		ESCALA	FORMATO
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		1:10	A3
	FACULTAD		FECHA	
	INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN		17-01-2018	
DIBUJADO POR		TÍTULO		
TOMÁS CAMPOVERDE ORDÓÑEZ / DAVID VALLE VILLAMARÍN		CHASIS VEHÍCULO ELÉCTRICO		
REVISADO POR		CÓDIGO	HOJA	VERSIÓN
Phd. JORGE AMAYA / Phd. FRANCIS LOAYZA		FIMCP01	15	01



SCALE 1:10

CHASIS VEHÍCULO ELÉCTRICO

	INSTITUCIÓN	ESCALA	FORMATO	
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL	1:10	A3	
	FACULTAD	FECHA		
	INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN	17-01-2018		
DIBUJADO POR		TÍTULO		
TOMÁS CAMPOVERDE ORDÓÑEZ / DAVID VALLE VILLAMARÍN		CHASIS VEHÍCULO ELÉCTRICO		
REVISADO POR		CÓDIGO	HOJA	VERSIÓN
Phd. JORGE AMAYA / Phd. FRANCIS LOAYZA		FIMCP01	14	01

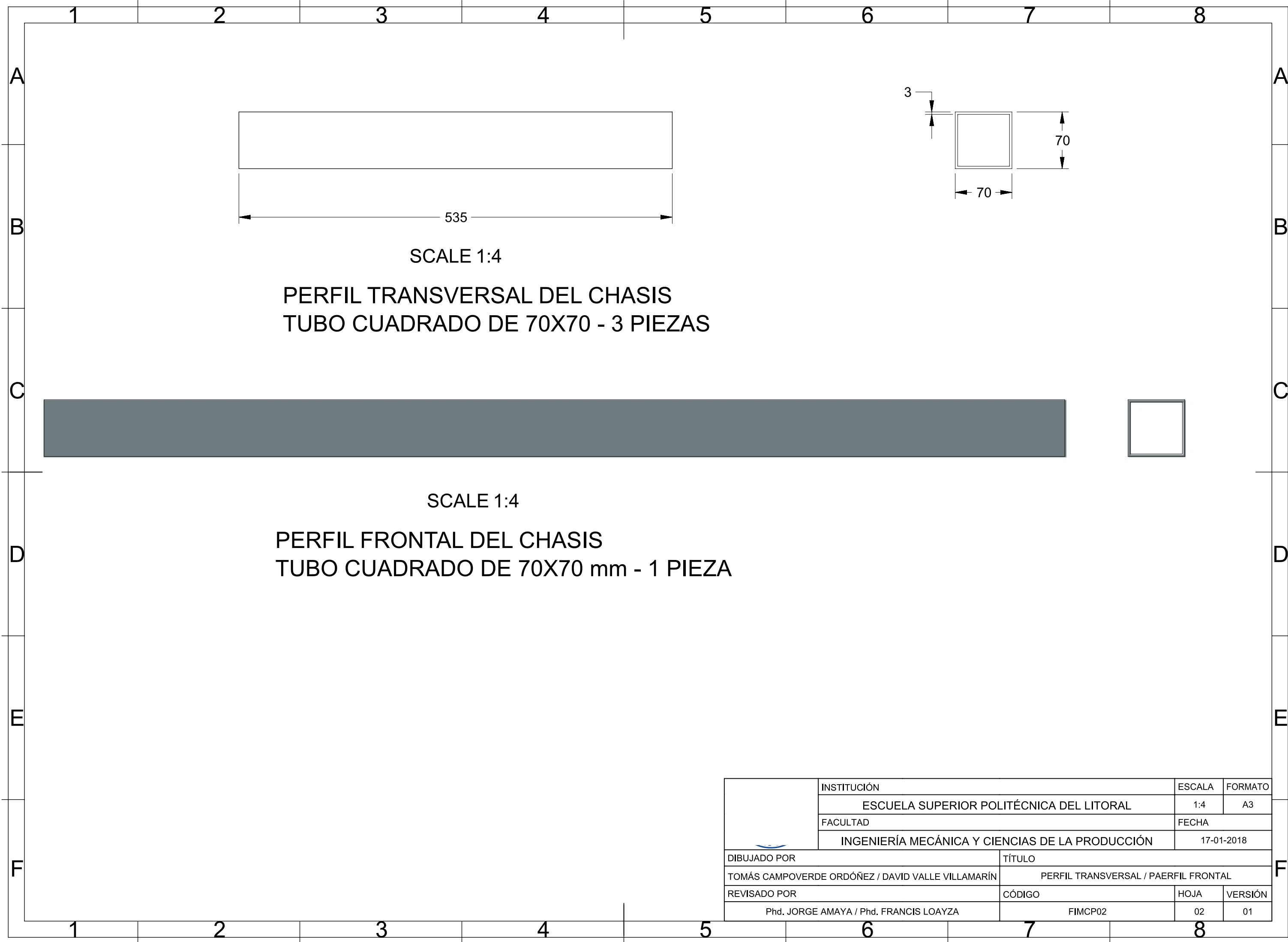


SCALE 1:8

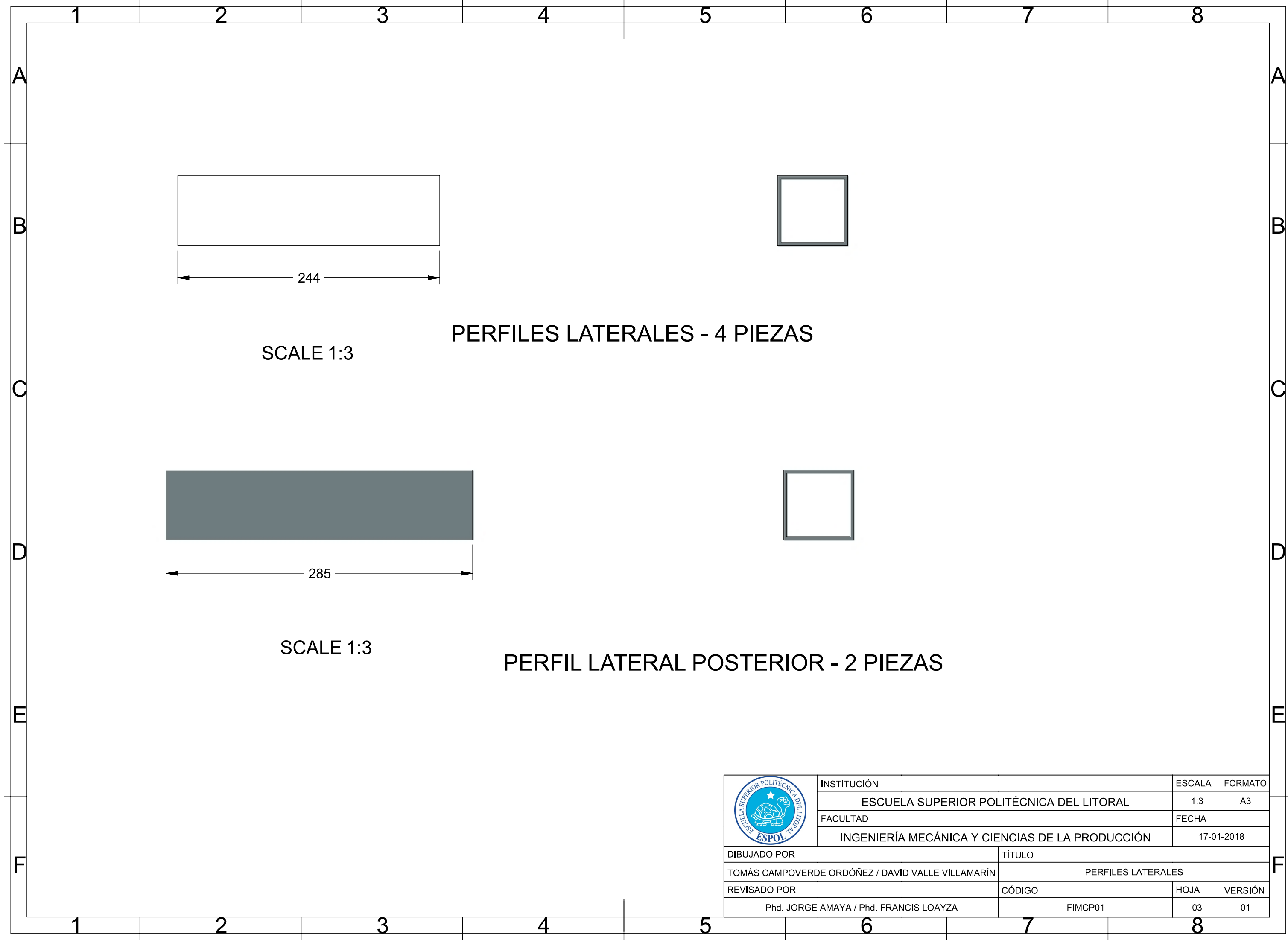
PERFIL BASE CHASIS - 2 PIEZAS

NOTA; CORTE EN PANTÓGRAFO - 4 PIEZAS PARA DOS PERFILES

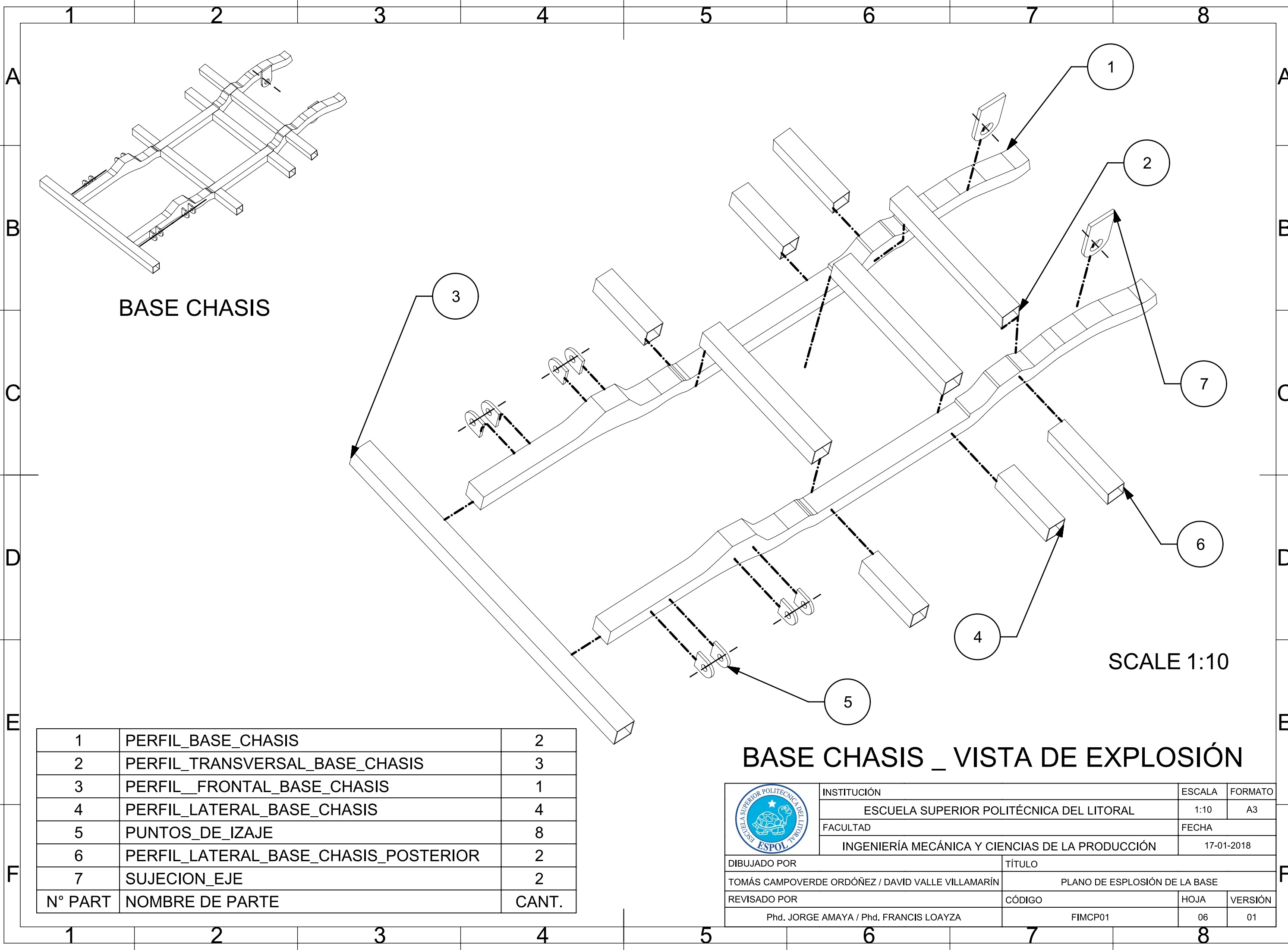
	INSTITUCIÓN		ESCALA	FORMATO
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		1:8	A3
	FACULTAD		FECHA	
	INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN		17-01-2018	
DIBUJADO POR		TÍTULO		
TOMÁS CAMPOVERDE ORDÓÑEZ / DAVID VALLE VILLAMARÍN		PERFIL BASE CHASIS		
REVISADO POR		CÓDIGO	HOJA	VERSIÓN
Phd. JORGE AMAYA / Phd. FRANCIS LOAYZA		FIMCP01	01	01



	INSTITUCIÓN	ESCALA	FORMATO	
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL	1:4	A3	
	FACULTAD	FECHA		
	INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN	17-01-2018		
DIBUJADO POR		TÍTULO		
TOMÁS CAMPOVERDE ORDÓÑEZ / DAVID VALLE VILLAMARÍN		PERFIL TRANSVERSAL / PAERFIL FRONTAL		
REVISADO POR		CÓDIGO	HOJA	VERSIÓN
Phd. JORGE AMAYA / Phd. FRANCIS LOAYZA		FIMCP02	02	01



	INSTITUCIÓN		ESCALA	FORMATO
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		1:3	A3
	FACULTAD		FECHA	
	INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN		17-01-2018	
DIBUJADO POR		TÍTULO		
TOMÁS CAMPOVERDE ORDÓÑEZ / DAVID VALLE VILLAMARÍN		PERFILES LATERALES		
REVISADO POR		CÓDIGO	HOJA	VERSIÓN
Phd. JORGE AMAYA / Phd. FRANCIS LOAYZA		FIMCP01	03	01



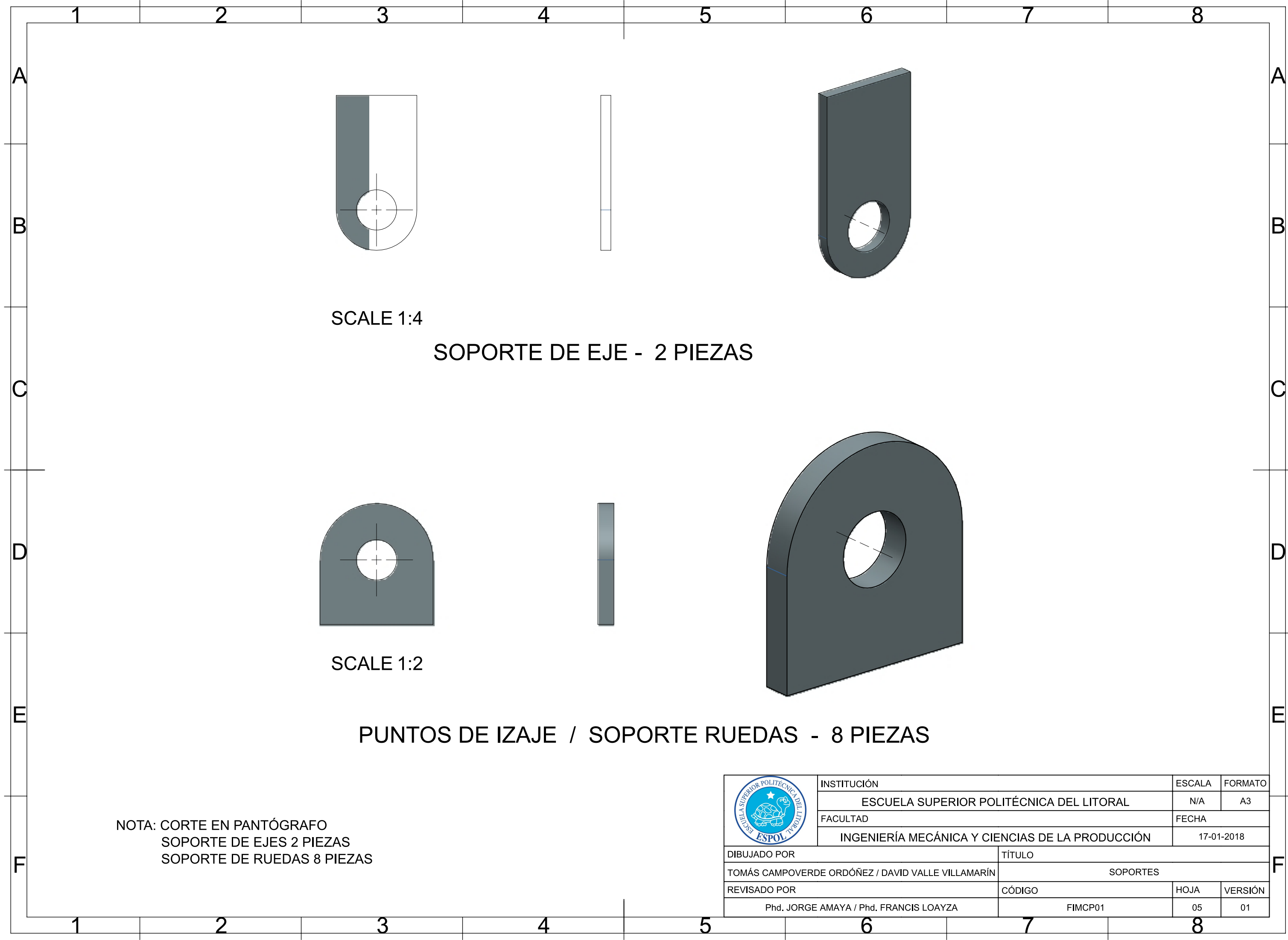
BASE CHASIS

SCALE 1:10

BASE CHASIS _ VISTA DE EXPLOSIÓN

1	PERFIL_BASE_CHASIS	2
2	PERFIL_TRANSVERSAL_BASE_CHASIS	3
3	PERFIL_FRONTAL_BASE_CHASIS	1
4	PERFIL_LATERAL_BASE_CHASIS	4
5	PUNTOS_DE_IZAJE	8
6	PERFIL_LATERAL_BASE_CHASIS_POSTERIOR	2
7	SUJECION_EJE	2
N° PART	NOMBRE DE PARTE	CANT.

	INSTITUCIÓN		ESCALA	FORMATO
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		1:10	A3
	FACULTAD		FECHA	
	INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN		17-01-2018	
DIBUJADO POR		TÍTULO		
TOMÁS CAMPOVERDE ORDÓÑEZ / DAVID VALLE VILLAMARÍN		PLANO DE ESPLOSIÓN DE LA BASE		
REVISADO POR		CÓDIGO	HOJA	VERSIÓN
Phd. JORGE AMAYA / Phd. FRANCIS LOAYZA		FIMCP01	06	01



SCALE 1:4

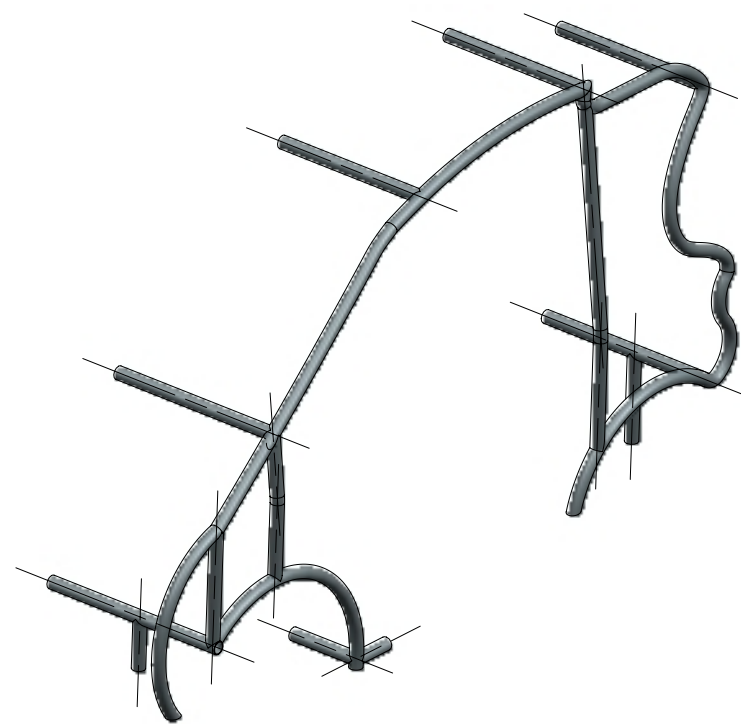
SOPORTE DE EJE - 2 PIEZAS

SCALE 1:2

PUNTOS DE IZAJE / SOPORTE RUEDAS - 8 PIEZAS

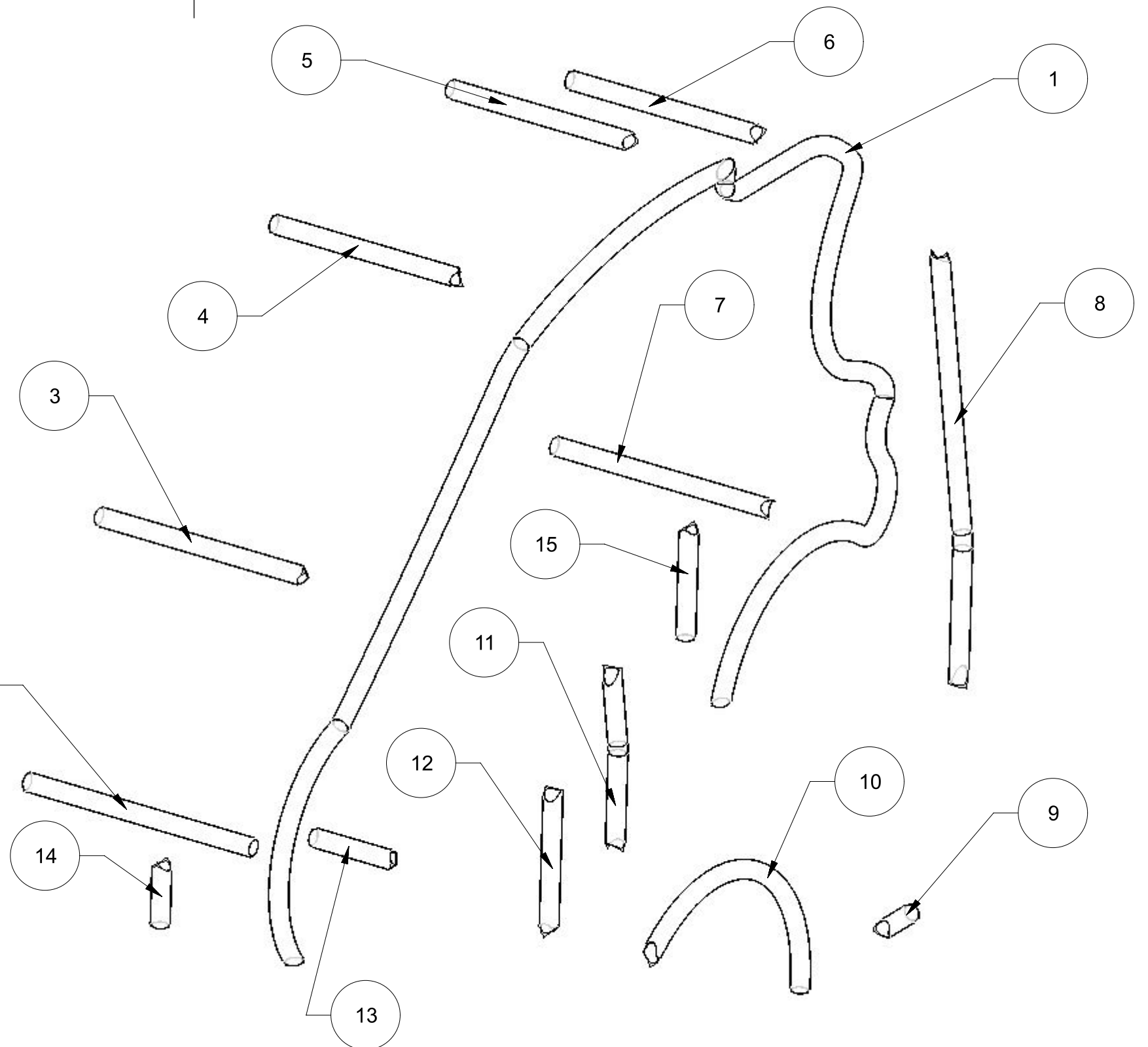
NOTA: CORTE EN PANTÓGRAFO
SOPORTE DE EJES 2 PIEZAS
SOPORTE DE RUEDAS 8 PIEZAS

	INSTITUCIÓN		ESCALA	FORMATO
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		N/A	A3
	FACULTAD		FECHA	
	INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN		17-01-2018	
DIBUJADO POR		TÍTULO		
TOMÁS CAMPOVERDE ORDÓÑEZ / DAVID VALLE VILLAMARÍN		SOPORTES		
REVISADO POR		CÓDIGO	HOJA	VERSIÓN
Phd. JORGE AMAYA / Phd. FRANCIS LOAYZA		FIMCP01	05	01



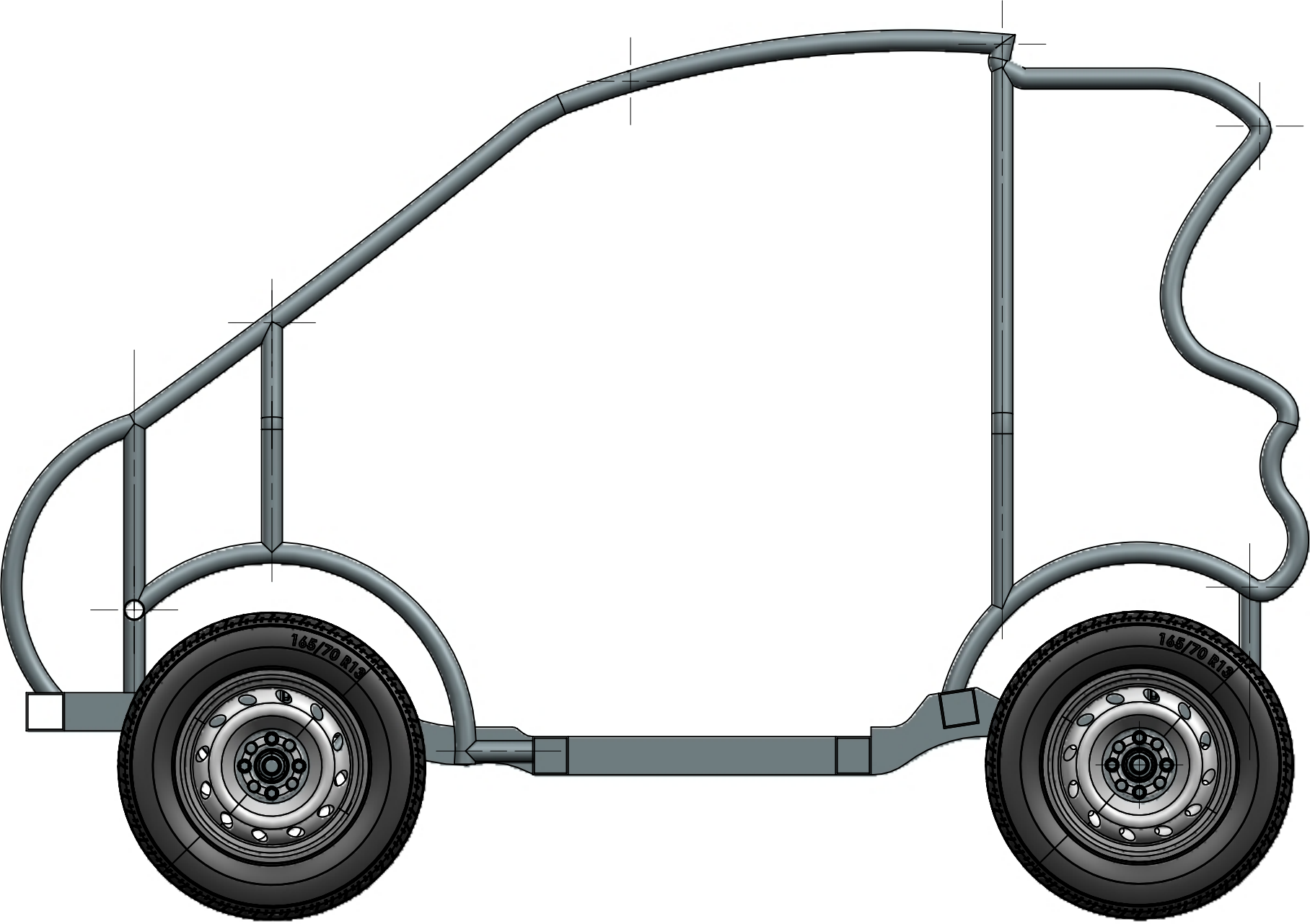
ESTRUCTURA TUBULAR SUPERIOR

N.	NOMBRE DE PARTE	CANTIDAD
1	MARCO PRINCIPAL_PERFIL LATERAL	2
2	SOPORTE FRONTAL INFERIOR	1
3	SOPORTE FRONTAL SUPERIOR	1
4	SOPORTE CENTRAL SUPERIOR 1	1
5	SOPORTE CENTRAL SUPERIOR 2	1
6	SOPORTE POSTERIOR SUPERIOR	1
7	SOPORTE POSTERIOR INFERIOR	1
8	SOPORTE LATERAL POSTERIOR	2
9	SOPORTE LATERAL INFERIOR	2
10	SOPORTE MARCO RUEDA	2
11	SOPORTE LATERAL FRONTAL 2	2
12	SOPORTE LATERAL FRONTAL 1	2
13	SOPORTE FRONTAL INFERIOR 2	2
14	SOPORTE FRONTAL CONEXIÓN BASE	2
15	SOPORTE POSTERIOR CONEXIÓN BASE	2



VISTA DE EXPLOSIÓN - ESTRUCTURA TUBULAR SUPERIOR

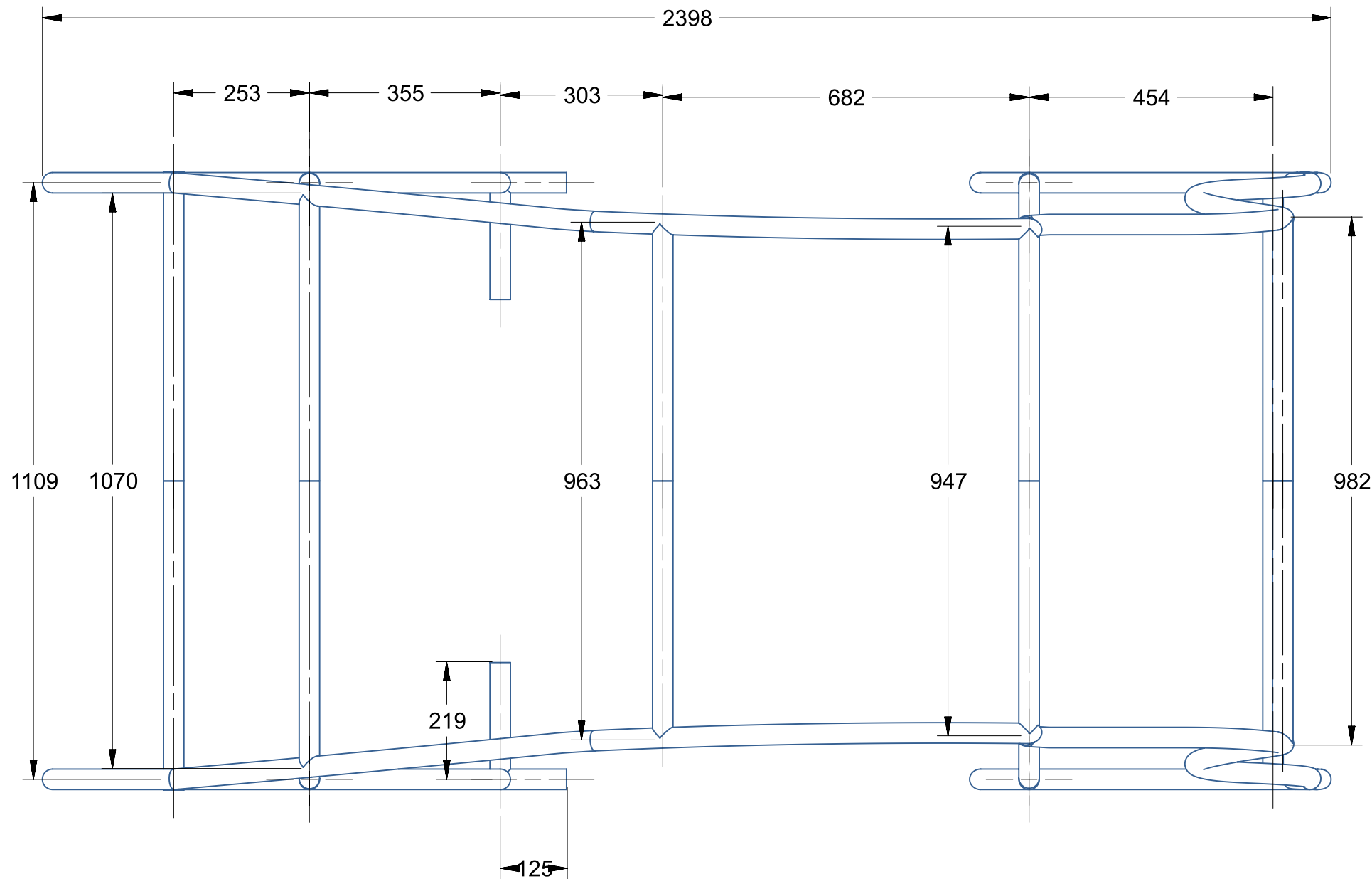
	INSTITUCIÓN		ESCALA	FORMATO
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		1:10	A3
	FACULTAD		FECHA	
	INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN		17-01-2018	
DIBUJADO POR		TÍTULO		
TOMÁS CAMPOVERDE ORDÓÑEZ / DAVID VALLE VILLAMARÍN		VISTA DE EXPLOSIÓN ESTRUCTURA TUBULAR SUPERIOR		
REVISADO POR		CÓDIGO	HOJA	VERSIÓN
Phd. JORGE AMAYA / Phd. FRANCIS LOAYZA		FIMCP01	11	01



SCALE 1:10

VISTA LATERAL ESTRUCTURA TUBULAR SUPERIOR

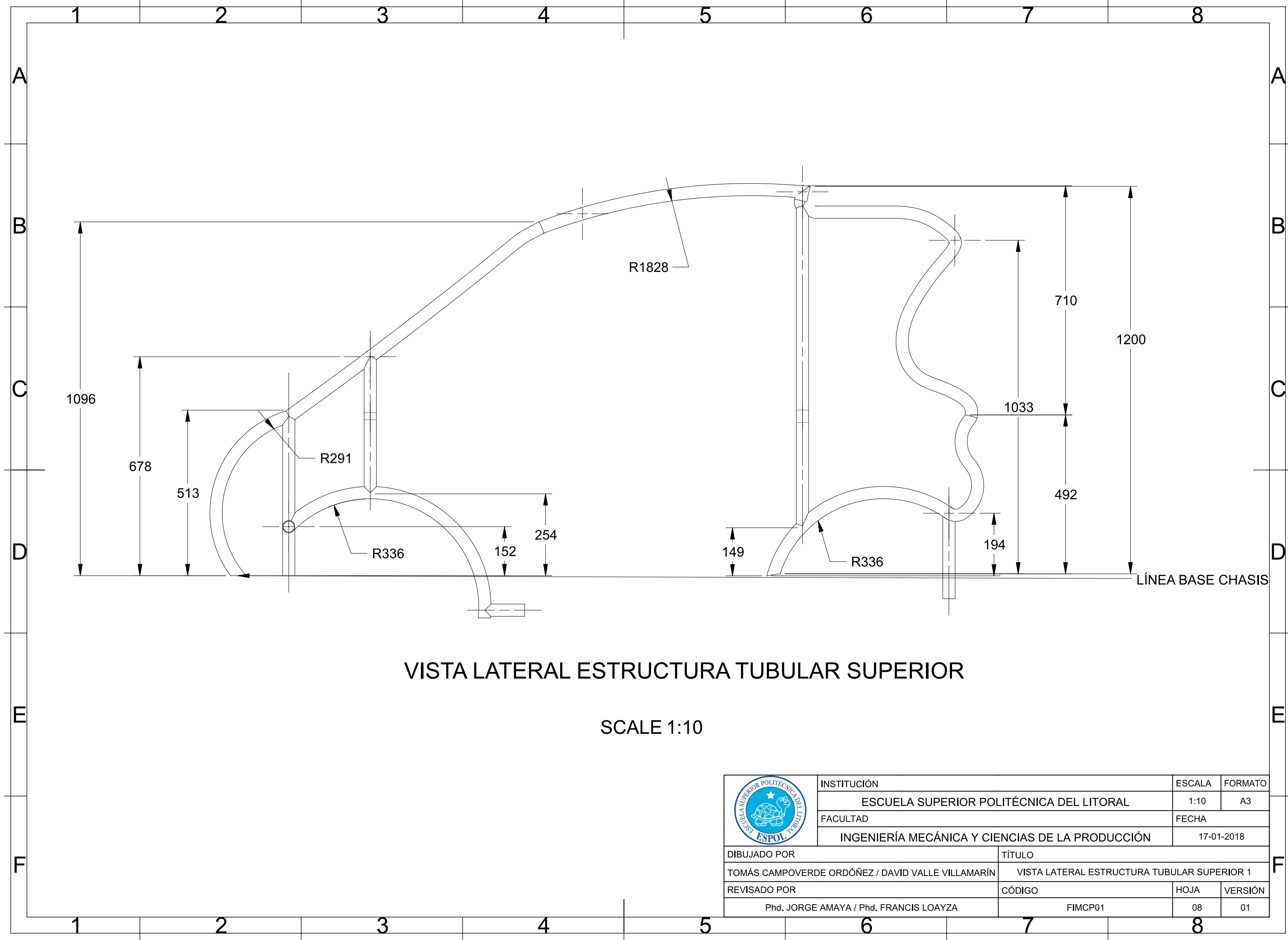
	INSTITUCIÓN		ESCALA	FORMATO
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		1:10	A3
	FACULTAD		FECHA	
	INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN		17-01-2018	
DIBUJADO POR		TÍTULO		
TOMÁS CAMPOVERDE ORDÓÑEZ / DAVID VALLE VILLAMARÍN		VISTA LATERAL CHASIS VEHÍCULO ELÉCTRICO		
REVISADO POR		CÓDIGO	HOJA	VERSIÓN
Phd. JORGE AMAYA / Phd. FRANCIS LOAYZA		FIMCP01	12	01



SCALE 1:10

VISTA SUPERIOR ESTRUCTURA TUBULAR SUPERIOR

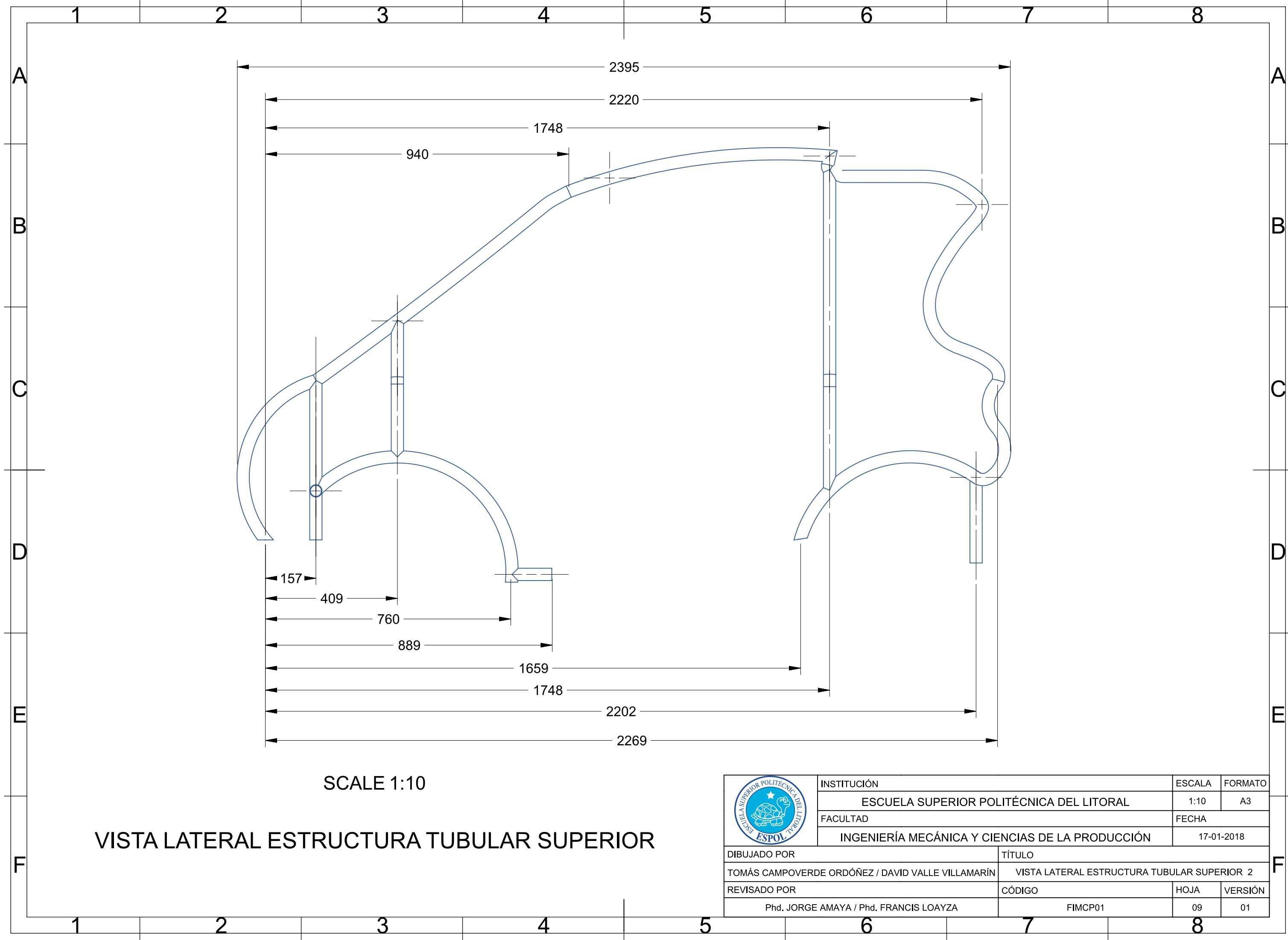
	INSTITUCIÓN	ESCALA	FORMATO	
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL	1:10	A3	
	FACULTAD	FECHA		
	INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN	17-01-2018		
DIBUJADO POR		TÍTULO		
TOMÁS CAMPOVERDE ORDÓÑEZ / DAVID VALLE VILLAMARÍN		VISTA LATERAL ESTRUCTURA TUBULAR SUPERIOR		
REVISADO POR		CÓDIGO	HOJA	VERSIÓN
Phd. JORGE AMAYA / Phd. FRANCIS LOAYZA		FIMCP01	10	01



VISTA LATERAL ESTRUCTURA TUBULAR SUPERIOR

SCALE 1:10

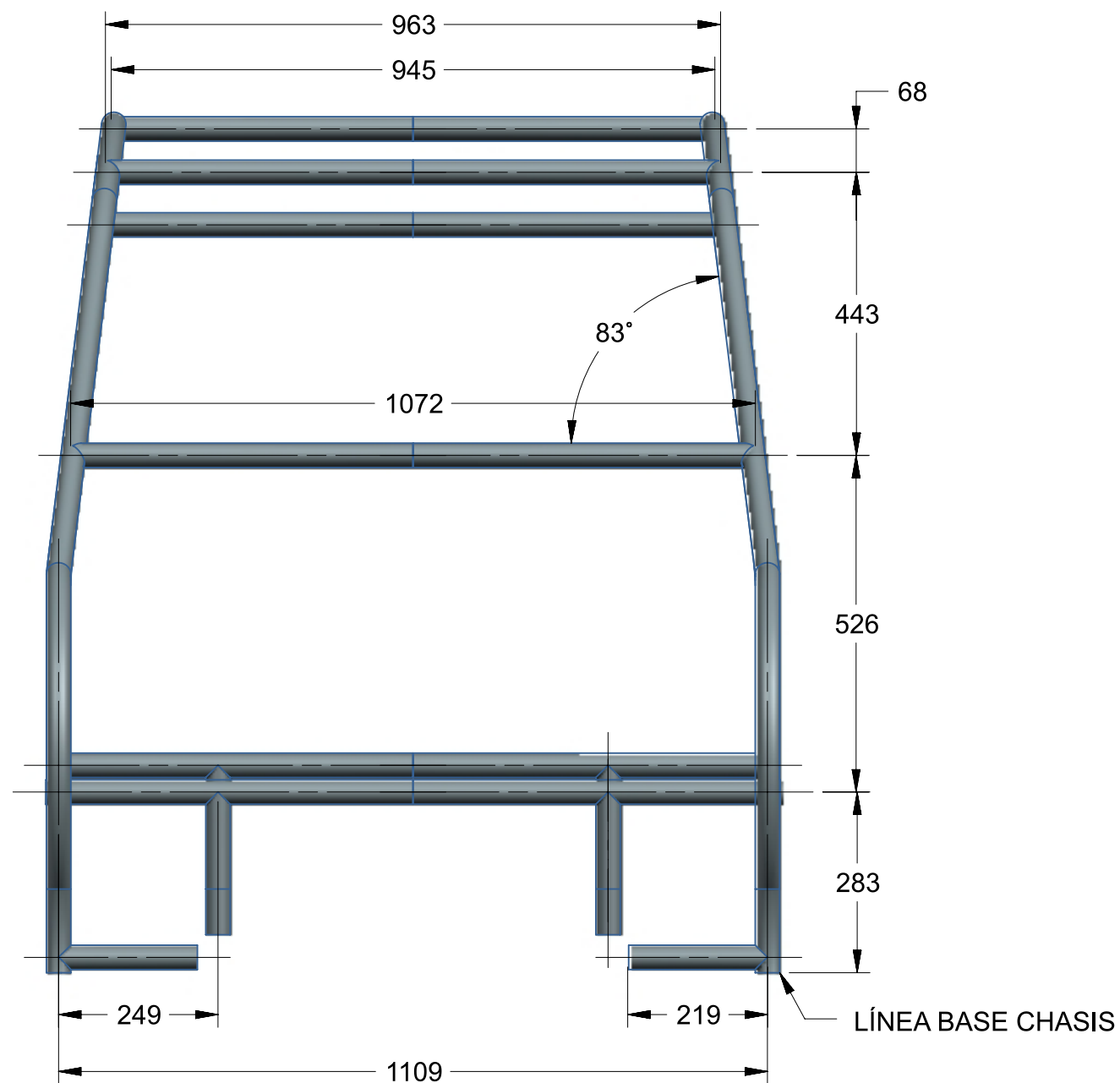
	INSTITUCIÓN		ESCALA	FORMATO
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		1:10	A3
	FACULTAD		FECHA	
	INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN		17-01-2018	
DIBUJADO POR		TÍTULO		
TOMÁS CAMPOVERDE ORDÓÑEZ / DAVID VALLE VILLAMARÍN		VISTA LATERAL ESTRUCTURA TUBULAR SUPERIOR 1		
REVISADO POR		CÓDIGO	HOJA	VERSIÓN
Phd. JORGE AMAYA / Phd. FRANCIS LOAYZA		FIMCP01	08	01



SCALE 1:10

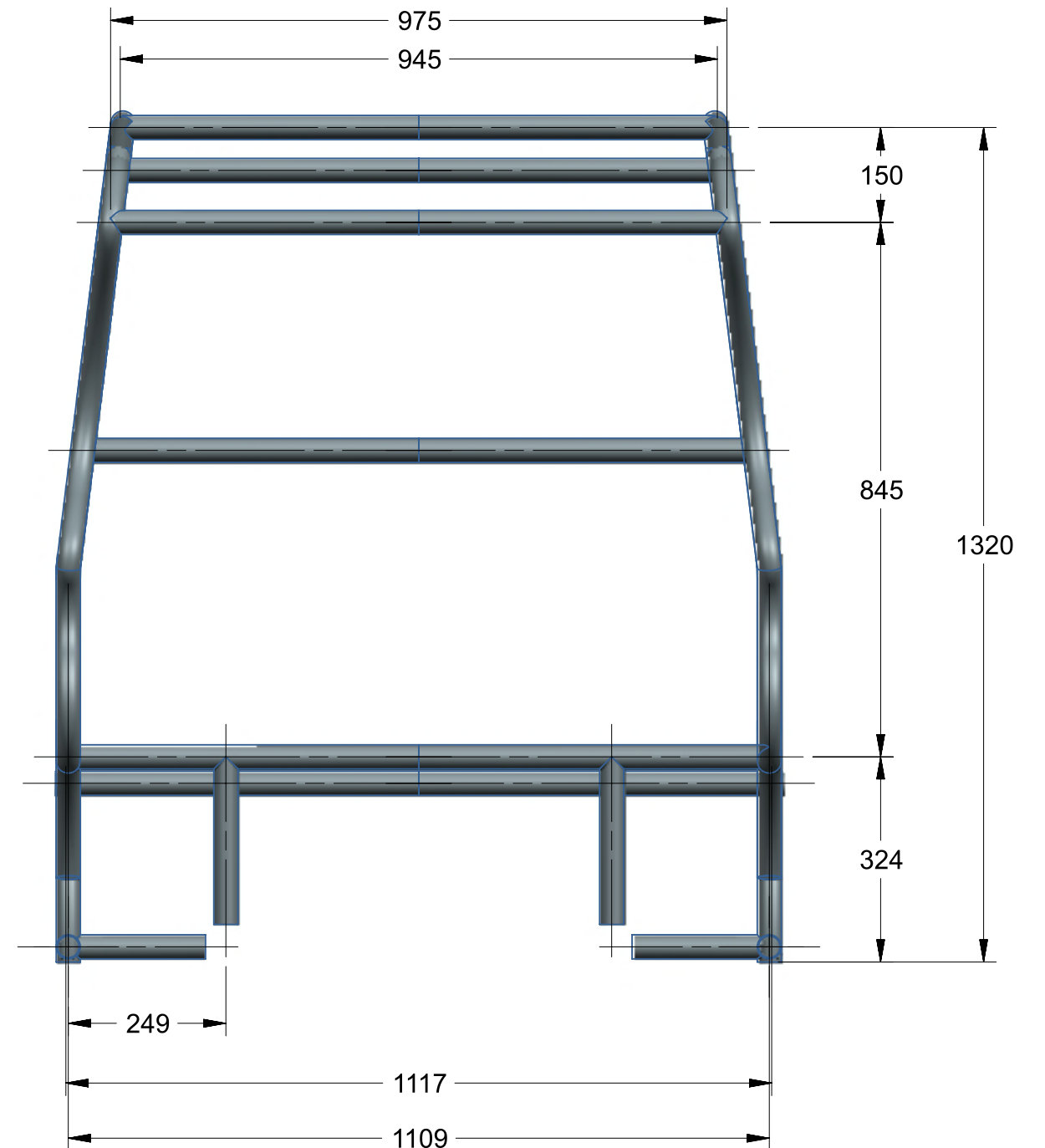
VISTA LATERAL ESTRUCTURA TUBULAR SUPERIOR

	INSTITUCIÓN	ESCALA	FORMATO	
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL	1:10	A3	
	FACULTAD	FECHA		
	INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN	17-01-2018		
DIBUJADO POR		TÍTULO		
TOMÁS CAMPOVERDE ORDÓÑEZ / DAVID VALLE VILLAMARÍN		VISTA LATERAL ESTRUCTURA TUBULAR SUPERIOR 2		
REVISADO POR		CÓDIGO	HOJA	VERSIÓN
Phd. JORGE AMAYA / Phd. FRANCIS LOAYZA		FIMCP01	09	01



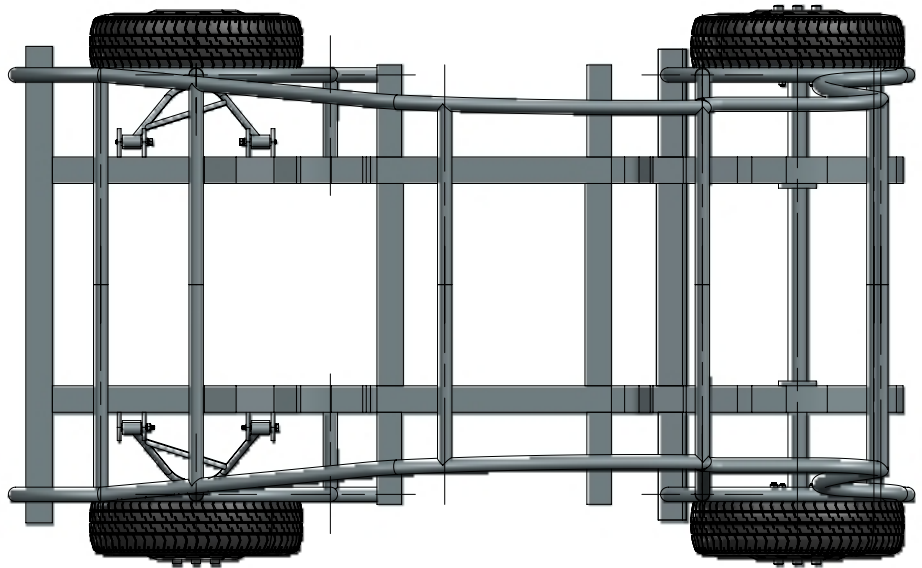
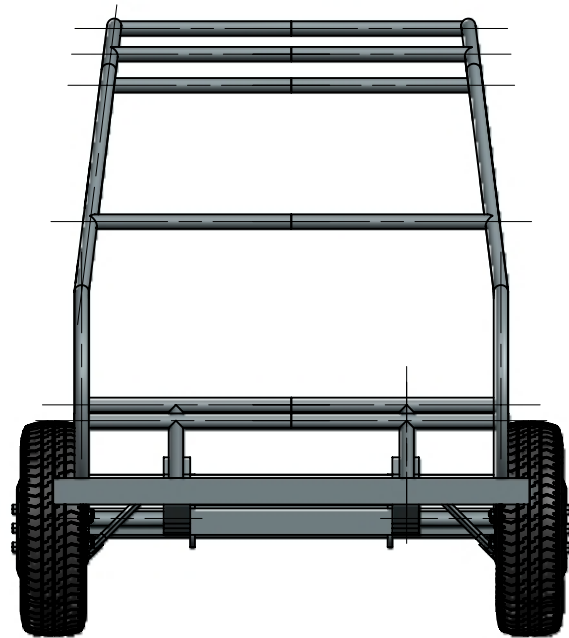
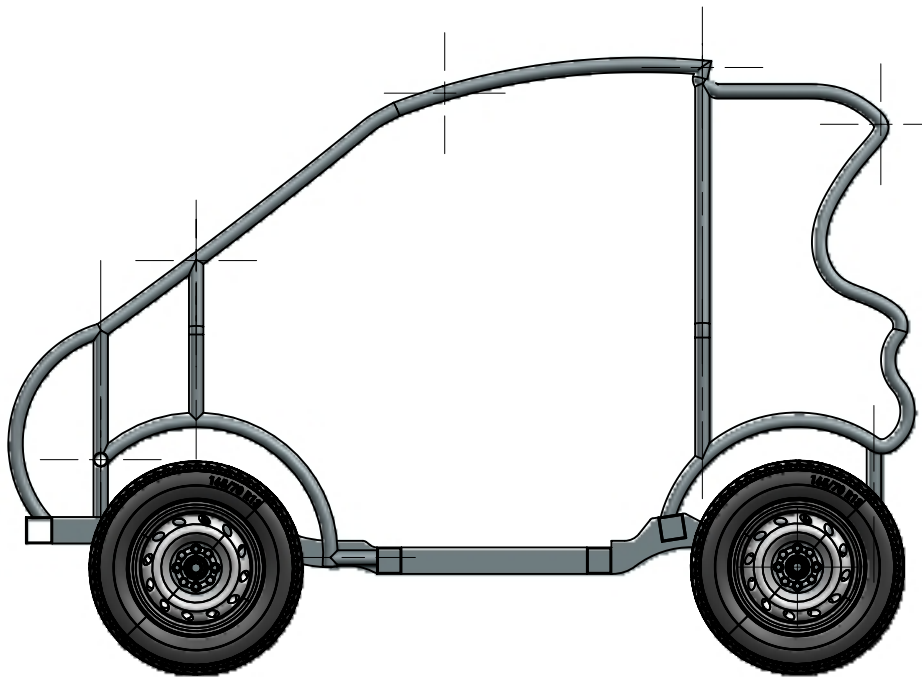
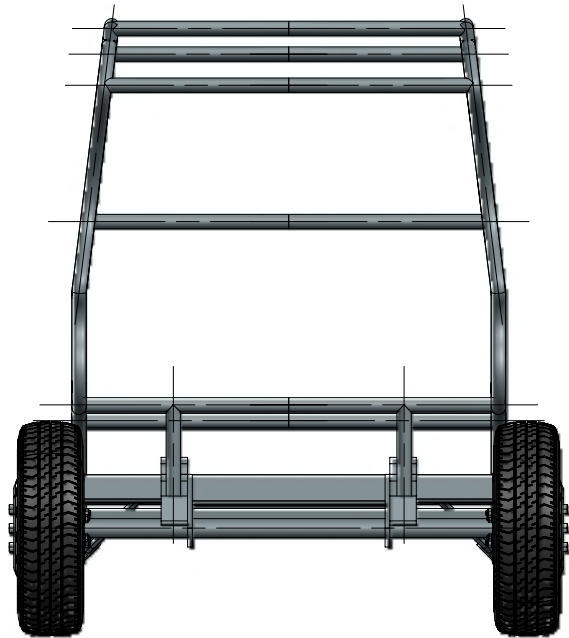
VISTA FRONTAL

SCALE 1:10



VISTA POSTERIOR

	INSTITUCIÓN	ESCALA	FORMATO	
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL	1:10	A3	
	FACULTAD	FECHA		
	INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN	17-01-2018		
DIBUJADO POR		TÍTULO		
TOMÁS CAMPOVERDE ORDÓÑEZ / DAVID VALLE VILLAMARÍN		VISTAS ESTRUCTURA TUBULAR SUPERIOR		
REVISADO POR		CÓDIGO	HOJA	VERSIÓN
Phd. JORGE AMAYA / Phd. FRANCIS LOAYZA		FIMCP01	07	01



SCALE 1:20

CHASIS VEHÍCULO ELÉCTRICO

	INSTITUCIÓN		ESCALA	FORMATO
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		1:20	A3
	FACULTAD		FECHA	
	INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN		17-01-2018	
DIBUJADO POR		TÍTULO		
TOMÁS CAMPOVERDE ORDÓÑEZ / DAVID VALLE VILLAMARÍN		VISTAS CHASIS VEHÍCULO ELÉCTRICO		
REVISADO POR		CÓDIGO	HOJA	VERSIÓN
Phd. JORGE AMAYA / Phd. FRANCIS LOAYZA		FIMCP01	13	01



WWW.DIPACMANTA.COM

MATRIZ MANTA: Av. 24 de Mayo y Calle 4ta., esquina Telf: (05) 2620839-2624952-097633993
QUITO Norte: Guayaquiza Oe4-177 y Av. de la Prensa Telf: (02) 3960900
QUITO Sur: Taura y Panamericana Sur Km 5 - 1/2 Telf: (02) 2671310
ESTABLECIMIENTOS:
AMBATO: Av. Atahualpa y Juan Jaramillo, Esquina Telf: (03) 2585682 - 2585601
CUENCA: Av. 12 de Abril entre Imbabura y El Oro Telf: (07) 2810042 - 2884788
EL COCA: Av. 9 de Octubre y Cuyabeno, esquina Telf: (06) 2860031 - 2860047
GUAYAQUIL: Planta: Vía Daule Km 10-1/2 Telf: (04) 2111319 - 2111411
(Alfa): Vía Daule Km 10-1/2 Telf: (04) 2111319 - 2111411
(Planta2): Vía Daule Km 10-1/2 Telf: (04) 2111319 - 2111411
Local 2 Norte: Vía Daule Km 8-1/2 Telf: (04) 6026653 - 6026654
Local 3 Sur: Eloy Alfaro y Calicuchima, Esquina Telf: (04) 2415371
IBARRA: Av. Cristóbal de Troya y Mejía Telf: (06) 2604596 - 2604597
LAGO AGRI: Vía a Quito Km 2-1/2 Barrio los Cebsos (Frente a la Nueva Clínica González) Telf: (06) 2363116
LOJA: Calle Ambato, entre Ibarra y Tulcán Telf: (07) 2550699
MACHALA: Guayas y El Guabo, esquina Telf: (07) 2921763 - 2921577
MILAGRO: Av. 17 de Septiembre y Colón Telf: (04) 2973671 - 2971356
PORTO VIEJO: Av. Universitaria y César Chávez Cañarte Telf: (05) 2633105 - 2634569
QUEVEDO: Vía a Valencia Km. 1 Telf: (05) 2781618 - 2781229
RIOBAMBA: Av. Lizarzaburo y Monseñor Leonidas Proaño Telf: (03) 2600137 - 2605383
STO. DOMINGO: Vía Quevedo Km 3-1/2, frente al Bypass Vía Chone y vía Esmeraldas
Telf: (02) 3703144 - 3703145

DIPAC MANTA S.A.
R.U.C. 1390060757001

CONTRIBUYENTE ESPECIAL
RESOLUCIÓN 5388 DEL 2 DE JUNIO 1995 DIPAC MANTA S.A.

Num. Pedido

80500882

16/2/2018

- La mercancía viaja por cuenta y riesgo del comprador.
- Salida la mercancía de nuestros almacenes no se aceptan reclamos.
- Los pagos deben realizarse con cheque cruzado a nombre de DIPAC MANTA S.A.

- Somos contribuyentes especiales favor no retener el IVA
- Emitir los comprobantes de retención a nombre de DIPAC MANTA S.A.

NOMBRE/RAZON SOCIAL: 009002336 FEDEZO S.A.

COD. DIRECCION: 009004381 FEDEZO S.A.

CDLA. ROSALES 1 MZ 7 SOLAR 18

Tarjeta Dipac: 3333100000057559

2187710

Forma/Pago: 01 CONTADO

ESTA COTIZACION ES VALIDA SOLO POR 1 DIA

Ord.	Artículo	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Total USD.
1	PA10006	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 e=3mm	u	2,00	60,00	120,00
2	TE20007	TUBO ESTRUCTURAL A513 1 1/2 X 2mm	u	5,00	9,46	47,30
3	PA10010	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 e=0.7mm	u	2,00	12,50	25,00

ESTE DOCUMENTO NO CONSTITUYE VENTA Y LOS PRECIOS PUEDEN CAMBIAR SIN PREVIO AVISO

VENDEDOR: QUIMI RONQUILLO PAOLA ALEXANDRA
Celular:

Subtotal	192,30
IVA	23,08
Total USD.	215,38

Responder| Eliminar| Correo no deseado|

Fw: Re: Cotización

DA

Daniel Arce
Friday, December 15, 2017, 2:43:41 PM GMT-5
Usted

Bandeja de Entrada

Estimado David

Adjunto lo solicitado..

MATERIAL			
	CANTIDAD	P/NETO	P/TOTAL
TUBO RED NEG 37,50 e=2*6000	5	10,30	51,50
PLANCHA CALIENTE 1220*2440*3,00	2	66,90	133,80
PLANCHA FRIO 1220*2440*0,70	2	13,46	26,92
	SUBTOTAL	US\$	212,22
	IVA	12%	25,47
	RETENCION	1%	
	TOTAL	US\$	237,69
Precios sujetos a cambio, sin previo aviso.			

Saludos cordiales,



Daniel Arce Vega
Ventas Local Durán
Tel: (04) 215 4330
Móvil: 096 833 7174



MASILLA RAPIDA ADVANCE PU-3000

DESCRIPCIÓN

Producto diseñado para emplearse en el parque automotor brindando un secado rápido y facilidad de lijado permitiéndonos obtener acabados uniformes, libres de poros y de imperfecciones.

USO

Masilla de acabado utilizada para cubrir las imperfecciones generadas durante el proceso de lijado de las masillas de relleno

ESPECIFICACIONES TECNICAS

<i>Tipo de resina:</i>	Alquídica modificada / nitrocelulosa
<i>Contenido de sólidos:</i>	65 +- 2%
<i>Peso específico:</i>	4.7 – 4.85 kilos/galón
<i>Viscosidad a 25°C:</i>	1000 – 1200 poises
<i>Secado para lijar a 25°C:</i>	4 – 6 minutos
<i>Método de aplicación:</i>	Espátula plástica o caucho
<i>Presentación:</i>	Litro

APLICACIÓN

- Se puede aplicar capas de 150 – 300 micras

PRECAUCIONES

- Evite todo contacto con la piel o los ojos y la inhalación de vapores usando equipos apropiados de seguridad.
- En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua. Si el contacto es con la piel retirar las ropas contaminadas y lavar con agua y jabón.
- En caso de inhalación retirar al afectado a un lugar fresco y ventilado.
- Mantener el envase alejado del fuego.
- Almacenar en lugares frescos y ventilados.



Ecuador nos inspira



1

www.pinturasunidas.com.ec



PRECAUCIONES EN EL USO

- Mantener bien cerrado el envase

OBSERVACIÓN:

Pinturas Unidas S.A. no se hace responsable del uso del producto para una aplicación distinta a la que se está recomendando si se desea información adicional estaremos presto a realizar inspección con nuestros técnicos de campo. Nuestros teléfonos son (04)2590280 – (04)2590301 – (04)6004470
Email: serviciocliente@unidas.com.ec



SC 514-1



ATENCIÓN
NOCIVO EN CASO DE INGESTA



Ecuador nos inspira



2

www.pinturasunidas.com.ec

PLANCHAS LAMINADAS AL CALIENTE



Especificaciones Generales

Espesores	1.20mm a 150.00mm
Rollos	Ancho 1000mm, 1220mm, 1500mm
Planchas	4 x 8 pies y a medida

Calidad Comercial

Calidad	Composición Química							Propiedades Mecánicas			
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%AL	%CU	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Doblado 180°	Norma Equivalente
JIS G3131 SPHC	0,08 0,13	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,05 max	0,02 0,08	0,2 max	270 min	29 min	0= Oe	SAE 1010 ASTM A-569
SAE 1008	0,03 0,1	0,25 0,5	0,02 max	0,025 max	0,04 max	0,02 0,08	0,2 max				JIS G3132 SPHT1
SAE 1012	0,1 0,15	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,03 max	0,02 0,08	0,2 max				ASTM A-635 ASTM A-570 GRADO 33

Calidad Estructural

Norma	Composición Química							Propiedades Mecánicas				
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%CU	OTROS	Fluencia (Mpa)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alarga- miento %	Doblado 180°	Norma Equivalente
ASTM A-588M Grado A	0,19 max	0,8 1,25	0,04 max	0,05 max	0,3 0,6	0,25 0,40	Ni 0,15-0,35 Cr 0,40-0,65 V 0,02-0,10	345 min	485 min	18 min		
ASTM A-283 Grado C	0,12 0,18	0,3 0,6	0,025 max	0,03 max	0,04 max	0,2 max		205 min	380 516 max	25 min	0=1,5e	SAE 1015
JIS G-3101 5541 M	0,17 0,23	0,3 0,6	0,025 max	0,025 max	0,04 max	0,25 max		250 min	400 min 550 max	21 min		SAE 1020 ASTM A-36 ASTM A-570 GRADO 36
A 36	0,25 0,29	0,80 1,2	0,04 max	0,05 max	0,4 max	0,20 max		250 min	400 min 550 max	20 min		
A570-GR50	0,25	1,35 max	0,035 max	0,04 max				340 min	450 min 550 max	17 min	1-1/2e	

ANTIOX

ACABADO FINAL 900BC Y 900 MC

Recubrimiento anticorrosivo elaborado con resinas sintéticas libres de plomo, cromo y/o metales pesados, formulado con pigmentos inhibidores de corrosión no tóxicos.

Usos recomendados

- Diseñada especialmente para **proteger superficies metálicas ferrosas de la corrosión en interiores y exteriores.**
- Protege la superficie creando una barrera entre la misma y el medio ambiente. Protegiéndola de agentes ambientales como: polvo, salinidad y microorganismos.
- Tiene el objetivo fundamental de alargar la vida útil del sustrato.

Ventajas Técnicas

- Excelente resistencia a la corrosión.
- Capacidad de convertir la capa de óxido en una barrera anticorrosiva.
- Excelente durabilidad.
- No hay necesidad de preparar la superficie exageradamente, basta eliminar la capa suelta.
- Gran resistencia en ambientes salinos.
- El Antiox convertidor brillante cumple funciones de fondo y acabado 2 en 1.

Ventajas Comerciales

- Puede ser usado como base y luego recubierto con cualquier tipo de esmalte sintético.
- Recomendado para pintado en general en industrias, para máquinas, estructuras metálicas y trabajos de mantenimiento.
- Caracterizado por su rápido secamiento, fácil aplicación y excelente comportamiento en exposición ambiental.
- Los pigmentos inhibidores le confieren gran resistencia a la corrosión ocasionada por los agentes atmosféricos.
- Incluye anticorrosivos especiales orgánicos que transforman las áreas con óxido firmemente en un compuesto "estable" impidiendo al formar una nueva capa microcristalina el avance del óxido.
- No se requiere lijar a fondo, solo eliminar escamas de laminación y óxido suelto.

Preparación de la superficie

- La superficie a pintar debe estar seca y libre de: grasa, aceite, polvo, suciedad, óxido suelto, humedad y otros contaminantes.
- En superficies previamente pintadas debe eliminarse la pintura antigua en mal estado:
1. Lije, 2. Limpie, 3. Pinte.

Precauciones

- Manténgase alejado del fuego (Producto inflamable).
- Evite el contacto prolongado con la piel y evite la inhalación prolongada de vapores.
- Aplique con ventilación adecuada y use el equipo de protección: mascarilla de filtros, guantes y gafas.
- Mantenga el envase bien cerrado y almacénalo en un lugar fresco y seco.
- No mezclar este producto con otra clase de productos.
- En caso de contacto con la piel, lave el área afectada con agua.
- Si se ingirió por error, no induzca el vómito, busque atención médica.
- Si el contacto es en los ojos, lave inmediatamente con abundante agua y busque atención médica especializada.
- MANTÉNGALO ALEJADO DEL FUEGO Y FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS.

Información Técnica

COLORES BRILLANTES

Color: blanco, negro, rojo óxido, naranja y gris
Contenido de sólidos en peso: 41.8%
Contenido de sólidos en volumen: 29.9%

RENDIMIENTO: 11 m²/litro a un espesor seco de 1.0 mils

COLORES MATES

Color: Blanco, negro, rojo óxido, naranja y gris
Contenido de sólidos en peso: 54.4%
Contenido de sólidos en volumen: 33.8%

RENDIMIENTO: 13 m²/litro a un espesor seco de 1.0 mils



Aplicación

- Homogeneizar el producto con una espátula.
- Para adelgazar el producto, usar thinner laca 100 SM en una relación 4:1 (4 partes de pintura y 1 parte de thinner) para colores brillantes y para colores mates la relación de dilución es 2:1 (2 partes de pintura y 1 parte de thinner).
- Aplique una mano. En ambientes altamente corrosivos se recomienda aplicar dos manos para una mejor protección.

Equipo de Aplicación



Lavado de equipo: Thinner Laca 100SM

Secamiento

BRILLANTE

- Al tacto: 2 horas
- Segundas manos: 6 a 8 horas

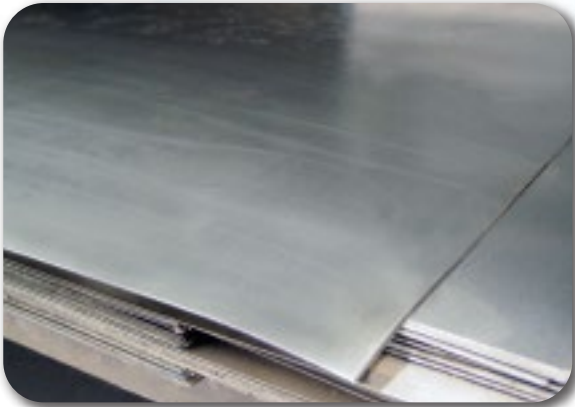
MATE

- Al tacto: 30 a 60 minutos
- Segundas manos: 3 a 4 horas

En condiciones normales: 18° - 22° y 60% HR.



PLANCHAS LAMINADAS AL FRIO



Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A366 JIS 3141 SPCC SAE 1008 SAE 1010
Espesores	0,45mm a 1,90mm
Rollos	X 1219mm
Planchas	4 X 8 pies y medidas especiales

Calidad	Designación	Carbón	Manganeso	Fósforo	Azufre	Aluminio
Calidad Comercial	CS TIPO A	0,10	0,6	0,03	0,035	
	CS TIPO B	0,02 a 0,15	0,6	0,03	0,035	
	CS TIPO C	0,08	0,6	0,10	0,035	
Embutido leve	FS TIPO A	0,10	0,5	0,02	0,035	
	FS TIPO B	0,02 to 0,10	0,5	0,02	0,030	
Embutido profundo	DDS	0,06	0,5	0,02	0,025	0,01
	EDDS	0,02	0,4	0,02	0,020	0,01
Estructural SS Grd	30 (230)	0,20		0,040	0,040	
	37 (255)	0,20		0,10	0,040	
	40(275)	0,25		0,10	0,040	
	50(340)	0,40		0,20	0,040	
	50(340)	0,50		0,040	0,040	
	80 (550)	0,20		0,040	0,040	

ASTM A500 Steel, grade C, round structural tubing

Categories: [Metal](#); [Ferrous Metal](#); [ASTM Steel](#); [Carbon Steel](#); [Low Carbon Steel](#)

Material Notes: The Cu content of 0.18% is a minimum content when copper steel is specified.

Key Words: copper steels, copper-steel

Vendors: No vendors are listed for this material. Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	7.80 g/cc	0.282 lb/in ³	Typical of ASTM Steel

Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Tensile Strength, Ultimate	425 MPa	61600 psi	
Tensile Strength, Yield	315 MPa	45700 psi	
Elongation at Break	21 %	21 %	in 50 mm (applies to specified wall thicknesses >= 3.05)
Bulk Modulus	160 GPa	23200 ksi	Typical for steel
Shear Modulus	80.0 GPa	11600 ksi	Typical for steel

Component Elements Properties	Metric	English	Comments
Carbon, C	<= 0.27 %	<= 0.27 %	
Copper, Cu	<= 0.18 %	<= 0.18 %	
Iron, Fe	98 %	98 %	
Manganese, Mn	<= 1.4 %	<= 1.4 %	
Phosphorous, P	<= 0.050 %	<= 0.050 %	
Sulfur, S	<= 0.063 %	<= 0.063 %	

[References](#) for this datasheet.

Some of the values displayed above may have been converted from their original units and/or rounded in order to display the information in a consistent format. Users requiring more precise data for scientific or engineering calculations can click on the property value to see the original value as well as raw conversions to equivalent units. We advise that you only use the original value or one of its raw conversions in your calculations to minimize rounding error. We also ask that you refer to MatWeb's [terms of use](#) regarding this information. [Click here](#) to view all the property values for this datasheet as they were originally entered into MatWeb.

ASTM A36 Steel, plate

Categories: [Metal](#); [Ferrous Metal](#); [ASTM Steel](#); [Carbon Steel](#); [Low Carbon Steel](#)

Material Notes: Steel for general structural purposes including bridges and buildings.

Minimum Cu content when copper steel is specified.

Tests performed in transverse direction for plates wider than 590 mm.

Key Words: UNS K02600

Vendors: No vendors are listed for this material. Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	7.80 g/cc	0.282 lb/in ³	Typical of ASTM Steel

Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Tensile Strength, Ultimate	400 - 550 MPa	58000 - 79800 psi	
Tensile Strength, Yield	250 MPa	36300 psi	
Elongation at Break	20 %	20 %	in 200 mm
	23 %	23 %	In 50 mm.
Modulus of Elasticity	200 GPa	29000 ksi	
Bulk Modulus	160 GPa	23200 ksi	Typical for steel
Poissons Ratio	0.26	0.26	
Shear Modulus	79.3 GPa	11500 ksi	

Component Elements Properties	Metric	English	Comments
Carbon, C	0.25 - 0.29 %	0.25 - 0.29 %	
Copper, Cu	0.20 %	0.20 %	
Iron, Fe	98 %	98 %	
Manganese, Mn	1.03 %	1.03 %	
Phosphorous, P	<= 0.040 %	<= 0.040 %	
Silicon, Si	0.28 %	0.28 %	
Sulfur, S	<= 0.050 %	<= 0.050 %	

[References](#) for this datasheet.

Some of the values displayed above may have been converted from their original units and/or rounded in order to display the information in a consistent format. Users requiring more precise data for scientific or engineering calculations can click on the property value to see the original value as well as raw conversions to equivalent units. We advise that you only use the original value or one of its raw conversions in your calculations to minimize rounding error. We also ask that you refer to MatWeb's [terms of use](#) regarding this information. [Click here](#) to view all the property values for this datasheet as they were originally entered into MatWeb.

THINNER LACA

100SM

Producto diseñado como diluyente para pinturas en base a solvente.

Usos recomendados

- Diluyente para lacas, selladores y fondos de nitrocelulosa; esmaltes alquídicos, etc.

Ventajas Comerciales

- Excelente compatibilidad con los productos del mercado.
- Reduce el blanqueamiento
- Proporciona excelente dilución

Precauciones

- Manténgase alejado del fuego (Producto inflamable).
- Evite el contacto prolongado con la piel y evite la inhalación prolongada de vapores.
- Aplique con ventilación adecuada y use el equipo de protección: mascarilla de filtros, guantes y gafas
- Mantenga el envase bien cerrado y almacénelo en un lugar fresco y seco
- No mezclar este producto con otra clase de productos.
- En caso de contacto con la piel, lave el área afectada con agua.
- Si se ingirió por error, no induzca el vómito, busque atención médica.
- Si el contacto es en los ojos, lave inmediatamente con abundante agua y busque atención médica especializada.
- MANTÉNGALO ALEJADO DEL FUEGO Y FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS.

Información Técnica

- | | |
|------------------|---------------------|
| • Aspecto: | Transparente. |
| • Color Gardner: | 0 - 1 |
| • Densidad: | 0.800 +/- 0.03 kg/l |

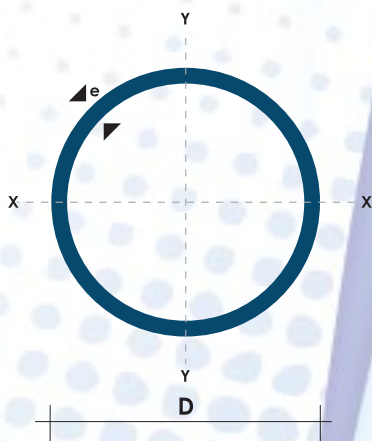


TUBO ESTRUCTURAL REDONDO



Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o Galvanizado
Largo Normal	6.00 m
Otros Largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 7/8" hasta 3"
Espesor	Desde 1.50 mm a 3.00 mm



(D) Diámetro	Espesor	Peso	Área	I	W	i
Pulgadas	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm ³
7/8"	1.50	0.77	0.98	0.53	0.47	0.73
1"	1.50	0.88	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4"	1.50	1.12	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2"	1.50	1.35	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4"	1.50	1.59	2.02	4.67	2.10	1.52
2"	1.50	1.82	2.32	7.06	2.78	1.74
2 1/2"	1.50	2.29	2.92	14.05	4.42	2.19
3"	1.50	2.76	3.52	24.56	6.45	2.64
1"	2.00	1.15	1.47	1.01	0.80	0.83
1 1/4"	2.00	1.47	1.87	2.08	1.31	1.05
1 1/2"	2.00	1.78	2.27	3.71	1.95	1.29
1 3/4"	2.00	2.09	2.67	6.02	2.71	1.50
2"	2.00	2.41	3.07	9.14	3.60	1.73
2 1/2"	2.00	3.03	3.86	18.29	5.76	2.18
3"	2.00	3.66	4.66	32.11	8.43	2.62
2"	3.00	3.54	4.51	12.92	5.09	1.69
2 1/2"	3.00	4.48	5.70	26.15	8.24	2.14
3"	3.00	5.42	6.90	46.29	12.15	2.59



FEDERATION
INTERNATIONALE
DE L'AUTOMOBILE
WWW.FIA.COM

2018

ANEXO J / APPENDIX J – ARTÍCULO / ARTICLE 253

Equipamiento de Seguridad (Grupos N, A, R-GT)

Safety Equipment (Groups N, A, R-GT)

Artículo modificado <i>Modified Article</i>	Fecha de aplicación <i>Date of application</i>	Fecha de publicación <i>Date of publication</i>

ART. 1

Los Comisarios Deportivos de la competición podrán excluir a un vehículo cuya construcción parezca presentar peligro.

A car, the construction of which is deemed to be dangerous, may be excluded by the Stewards of the competition.

ART. 2

Si un dispositivo fuera opcional, deberá estar montado conforme a los reglamentos.

If a device is optional, it must be fitted in a way that complies with regulations.

ART. 3 CANALIZACIONES Y BOMBAS

LINES AND PUMPS

3.1 Protección

Protection

Las conducciones de combustible, aceite y frenos deben estar protegidas externamente contra cualquier riesgo de deterioro (piedras, corrosión, roturas mecánicas, etc.), e internamente contra todo riesgo de incendio y de deterioro.

Fuel, oil and brake lines must be protected externally against any risk of deterioration (stones, corrosion, mechanical breakage, etc.) and internally against all risks of fire and deterioration.

Aplicación: Opcional para Grupo N, si se conserva la instalación de origen.

Application: Optional for Group N if the series production fitting is retained.

Obligatorio para todos los grupos, si no se mantiene la instalación de serie, o si las canalizaciones pasan por el interior del coche y han sido retirados los materiales que las protegen.

Obligatory for all the Groups if the series production fitting is not retained or if the lines pass inside the vehicle and their protective covering has been removed.

En el caso de canalizaciones de combustible, las partes metálicas que están aisladas de la carrocería, por piezas o elementos no conductores, deben conectarse eléctricamente a ella.

In the case of fuel lines, the metal parts which are isolated from the shell of the car by non-conducting parts must be connected to it electrically.

3.2 Especificaciones e instalación

Specifications and installation

Aplicación obligatoria si la instalación de serie no se conserva.

Obligatory application if the series fitting is not retained.

Las canalizaciones de agua de refrigeración o de aceite de lubricación deben ser exteriores al habitáculo.

Lines containing cooling water or lubricating oil must be outside the cockpit.

Las instalaciones de las canalizaciones de carburante, de aceite de lubricación y las que contengan fluido hidráulico a presión deben ser construidas de acuerdo a las siguientes especificaciones:

The fittings of fuel lines, lubricating oil lines and of those containing hydraulic fluid under pressure must be manufactured according to the specifications below:

- Si son flexibles, estas conexiones deben tener racores roscados, engastados o autoobturantes y un trenzado exterior resistente a la abrasión y al fuego (que no mantenga la combustión);
- La presión mínima que deben soportar, medida a una temperatura de trabajo mínima, será de:

- When flexible, these lines must have threaded, crimped or self-sealing connectors and an outer braid resistant to abrasion and flame (do not sustain combustion)
- The minimum burst pressure measured at a minimum operating temperature is of:

- 70 bar (1000 psi) 135°C (250°F) para las canalizaciones de combustible (salvo las conexiones a los inyectores y el radiador de refrigeración en el circuito de retorno al depósito).

- 70 bars (1000 psi) 135°C (250°F) for the fuel lines (except the connections to the injectors and the cooling radiator on the circuit returning to the tank)

- 70 bar (1000 psi) 232°C (232,22°C) para las canalizaciones de aceite lubricante.

- 70 bars (1000 psi) 232°C (450°F) for the lubricating oil lines

- 280 bar (4000 psi) 232°C (232,22°C) para las canalizaciones que contengan fluido hidráulico bajo presión.

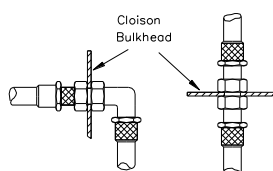
- 280 bars (4000 psi) 232°C (450°F) for the lines containing hydraulic fluid under pressure.

Si la presión de funcionamiento del sistema hidráulico es superior a 140 bar (2000 psi), la presión que debe soportar deberá ser al menos el doble de la presión de funcionamiento.

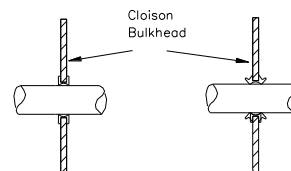
If the operating pressure of the hydraulic system is greater than 140 bars (2000 psi), the burst pressure must be at least double the operating pressure.

Las canalizaciones de combustible y de fluido hidráulico podrán pasar por el habitáculo pero sin presentar racores o conexiones menos cuando las paredes delantera y trasera se hayan realizado según los dibujos 253-59 y 253-60 y excepto sobre el circuito de frenos y el circuito de líquido de embrague.

Lines containing fuel or hydraulic fluid may pass through the cockpit, but without any connectors inside except on the front and rear bulkheads according to Drawings 253-59 and 253-60, and on the braking circuit and the clutch fluid circuit.



253-59



253-60

3.3

Corte de combustible automático

Recomendado para todos los Grupos:

Todas las conducciones de combustible que alimentan al motor deben estar provistas con válvulas de corte automático situadas directamente en el depósito de combustible que cierren automáticamente todas las canalizaciones de combustible presurizadas si una de esas conducciones se rompe o tiene fugas.

Obligatorio:

Todas las bombas de combustible deben funcionar solamente cuando el motor está en marcha, excepto durante el proceso de arranque.

Automatic fuel cut-off

Recommended for all groups:

All fuel feed pipes going to the engine must be provided with automatic cut-off valves located directly on the fuel tank which automatically close all the fuel lines under pressure if one of these lines in the fuel system is fractured or leaks.

Compulsory:

All the fuel pumps must only operate when the engine is running, except during the starting process.

3.4

Ventilación del depósito de combustible

El conducto de ventilación del depósito de combustible así como las válvulas descritas más abajo deben tener las mismas especificaciones que las conducciones de gasolina (artículo 3.2) y deben estar equipadas con un sistema que cumpla con las siguientes especificaciones:

- Válvula antivuelco activada por la Gravedad
- Válvula de ventilación de flotador
- Válvula de sobrepresión tarada a una presión máxima de 200 mbar, que funcione cuando la válvula de ventilación de flotador esté cerrada.

Si el diámetro interno del respiradero del depósito de combustible es mayor de 20 mm, se debe instalar una válvula anti retorno homologada por la FIA y definida en el Artículo 253-14.5.

Fuel cell ventilation

The ventilation line of the fuel cell as far as the valves described below must have the same specifications as those of the fuel lines (Article 3.2) and must be fitted with a system complying with the following conditions:

- Gravity activated roll-over valve
- Float chamber ventilation valve
- Blow-off valve with a maximum over pressure of 200 mbar, working when the float chamber ventilation valve is closed.

If the internal diameter of the fuel tank breather venting tube is greater than 20 mm, a non-return valve homologated by the FIA and as defined in Article 253-14.5 must be fitted.

ART. 4

SEGURIDAD DE LOS SISTEMAS DE FRENADO Y DE DIRECCIÓN

SAFETY OF BRAKING AND STEERING SYSTEMS

Frenado

Doble circuito accionado por el mismo pedal:

La acción del pedal debe ejercerse, normalmente, sobre todas las ruedas; en caso de fuga en cualquier punto de las conducciones del sistema de frenos o de cualquier fallo en el sistema de transmisión de los frenos, el pedal debe controlar, al menos 2 ruedas.

Aplicación:

Si se mantiene el sistema de serie, no son necesarias modificaciones.

Braking

Double circuit operated by the same pedal:

The pedal must normally control all the wheels; in case of a leakage at any point of the brake system pipes or of any kind of failure in the brake transmission system, the pedal must still control at least two wheels.

Application:

If this system is fitted in series production, no modifications are necessary.

Dirección

El sistema de bloqueo del dispositivo anti-robo del bombín de la dirección puede dejarse inoperante.

El sistema de ajuste de la columna debe estar bloqueado y debe ser operado solamente con herramientas.

Steering

The locking system of the anti-theft steering lock may be rendered inoperative.

The column adjusting system must be locked and must be operated only with tools.

ART. 5

FIJACIONES SUPLEMENTARIAS

ADDITIONAL FASTENERS

Al menos se instalarán dos fijaciones suplementarias para cada uno de los capós.

Los mecanismos de cierre originales deben dejarse inoperantes o desmontarse.

Aplicación:

Opcional para Grupo N, obligatorio para los otros grupos.

Los objetos grandes llevados a bordo del vehículo (como la rueda de repuesto, caja de herramientas, etc.), deben estar firmemente sujetos.

At least two additional safety fasteners must be fitted for each of the bonnet and boot lids.

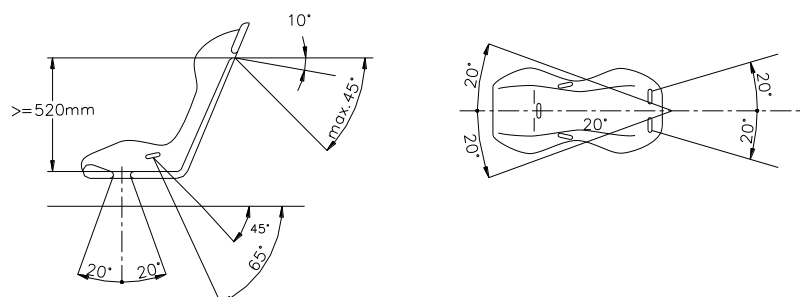
The original locking mechanisms must be rendered inoperative or removed.

Application:

Optional for Group N, obligatory for the other Groups.

Large objects carried on board the vehicle (such as the spare wheel, tool-kit, etc.) must be firmly fixed.

ART. 6	ARNESES DE SEGURIDAD	SAFETY HARNESSES
6.1	Arneses de seguridad	Safety harnesses
6.1.1	Arneses en conformidad con la Norma FIA 8853/98	Harnesses in compliance with FIA 8853/98 standard
	Obligatorios hasta el 31.12.2022 salvo que se indique otra cosa en el Artículo 6.1.2.	Compulsory until 31.12.2022 unless otherwise stated in Article 6.1.2.
6.1.2	Arneses en conformidad con la Norma FIA 8853-2016	Harnesses in compliance with FIA 8853-2016 standard
	<u>Obligatorios para los siguientes coches:</u> - World Rally Cars homologados antes del 31.12.2013 en conformidad con las extensiones de homologación 100/01 KSR así como con sus extensiones WR, y con el Art. 255A del Anexo J de 2013. - World Rally Cars homologados a partir del 01.01.2014 en conformidad con las extensiones de homologación 200/01 WRC y con el Art. 255A del Anexo J de 2016. - World Rally Cars homologados a partir del 01.01.2015 en conformidad con las extensiones de homologación 300/01 WRC y con el Art. 255A del Anexo J de 2016. - World Rally Cars homologados a partir del 01.01.2017 en conformidad con las extensiones de homologación 400/01 WRC y con el Art. 255A del Anexo J. - Coches Super 2000 (Circuitos) en conformidad con el Art. 263 del Anexo J. <u>Obligatorio a partir del 01.01.2018 para los siguientes coches:</u> - Coches Super 2000 (Rallies) en conformidad con el Art. 255A del Anexo J de 2013. - Coches Grupo RGT en conformidad con el Art. 256 del Anexo J. - Coches Grupo R5 en conformidad con el Art. 261 del Anexo J. <u>Para otros coches:</u> Recomendado, obligatorio a partir del 01.01.2023.	<u>Compulsory for the following cars:</u> - World Rally Cars homologated before 31.12.2013 en conformidad con las extensiones de homologación 100/01 KSR as well as with its WR extension, and with Art. 255A of 2013 Appendix J. - World Rally Cars homologated as from 01.01.2014 en conformidad con las extensiones de homologación 200/01 WRC and with Art. 255A of 2016 Appendix J. - World Rally Cars homologated as from 01.01.2015 en conformidad con las extensiones de homologación 300/01 WRC and with Art. 255A of 2016 Appendix J. - World Rally Cars homologated as from 01.01.2017 en conformidad con las extensiones de homologación 400/01 WRC and with Art. 255A of Appendix J. - Super 2000 (Circuits) cars in compliance with Art. 263 of Appendix J. <u>Compulsory as from 01.01.2018 for the following cars:</u> - Super 2000 (Rallies) cars in compliance with Art. 255A of 2013 Appendix J. - Group RGT cars in compliance with Art. 256 of Appendix J. - Group R5 cars in compliance with Art. 261 of Appendix J. <u>For other cars:</u> Recommended, compulsory as from 01.01.2023.
6.1.3	Además, los arneses utilizados en pruebas de circuito deben estar equipados de un sistema de apertura por hebilla giratoria. Para rallies, deben llevarse a bordo dos cutters en todo momento. Deben ser fácilmente accesibles para el piloto y el copiloto estando sentados con los arneses abrochados. Por el contrario, se recomienda que para pruebas que incluyan recorridos sobre carretera abierta, los arneses estén equipados con sistema de apertura de pulsador. Las ADNs podrán homologar puntos de anclaje a la estructura de seguridad cuando esta estructura se esté homologando, a condición de que estos sean probados.	Furthermore, the harnesses used in circuit races must be equipped with turnbuckle release systems. For rallies, two belt cutters must be carried on board at all times. They must be easily accessible for the driver and co-driver when seated with their harnesses fastened. On the other hand, it is recommended that for competitions which include public road sections, the harnesses be equipped with push button release systems. The ASNs may homologate mounting points on the safety cage when this cage is being homologated, on condition that they are tested.
6.2	Instalación Está prohibido anclar los arneses de seguridad a los asientos o sus soportes. - Un arnés de seguridad puede instalarse sobre los puntos de anclaje del vehículo de serie. Las ubicaciones geométricas recomendadas para los puntos de anclaje se muestran en el dibujo nº 253-61.	Installation It is prohibited for the safety harnesses to be anchored to the seats or their supports. A safety harness may be installed on the anchorage points of the series car. The recommended geometrical locations of the anchorage points are shown in Drawing 253-61.



253-61

Las bandas de los hombros deben estar dirigidas hacia atrás y hacia abajo y deben instalarse de tal forma que no formen un ángulo mayor de 45° con la horizontal, a partir del borde superior del respaldo, aunque se recomienda que este ángulo no supere los 10°.

Los ángulos máximos con relación al eje del asiento son 20° divergentes o convergentes (la bandas de los hombros pueden instalarse cruzadas simétricamente con respecto a la línea central del asiento delantero).

In the downwards direction, the shoulder straps must be directed towards the rear and must be installed in such a way that they do not make an angle of more than 45° to the horizontal from the upper rim of the backrest, although it is recommended that this angle does not exceed 10°.

The maximum angles in relation to the centreline of the seat are 20° divergent or convergent (the shoulder straps may be installed crosswise symmetrically about the centreline of the front seat).

Si es posible, debe utilizarse el punto de anclaje originalmente previsto por el constructor sobre el montante C.

Los puntos de anclaje que impliquen un ángulo con la horizontal más elevado no deberán usarse.

En este caso, las bandas de los hombros podrán instalarse en los puntos de anclaje de las bandas abdominales de los asientos traseros instalados de origen por el constructor del vehículo.

Las bandas abdominales y pélvicas no deben pasar sobre los lados del asiento ni a través del mismo, con el fin de envolver y sujetar la región pélvica sobre la mayor área posible.

Las bandas abdominales deben ajustarse estrechamente en la unión de la cresta pélvica y la parte superior del muslo. Bajo ningún concepto deben utilizarse sobre la zona abdominal.

Se debe evitar que las bandas se dañen al rozarse por el uso contra aristas vivas.

Si la instalación en los puntos de anclaje de serie fuese imposible para las bandas de los hombros y pélvicas, deben instalarse nuevos puntos de anclaje en la carrocería o el chasis, lo más cerca posible del eje de las ruedas traseras para las bandas de los hombros.

Las bandas de los hombros pueden fijarse, igualmente, a la estructura de seguridad o a una barra de refuerzo por medio de un lazo, o bien, fijarse a los anclajes superiores de los cinturones traseros, o apoyarse o fijarse en un refuerzo transversal soldado a los tirantes longitudinales de la estructura (ver Dibujo 253-66) o en los refuerzos tubulares transversales de acuerdo con los Dibujos 253-18, 253-26, 253-27, 253-28 o 253-30.

If possible, the anchorage point originally mounted by the car manufacturer on the C-pillar must be used.

Anchorage points creating a higher angle to the horizontal must not be used.

In that case, the shoulder straps may be installed on the rear seat lap strap anchorage points originally mounted by the car manufacturer.

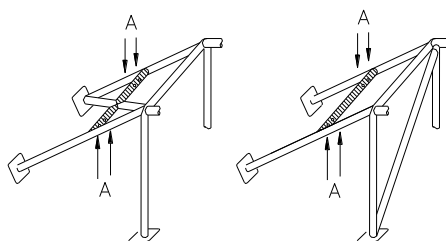
The lap and crotch straps must not pass over the sides of the seat but through the seat, in order to wrap and hold the pelvic region over the greatest possible surface.

The lap straps must fit tightly in the bend between the pelvic crest and the upper thigh. Under no conditions must they be worn over the region of the abdomen.

Care must be taken that the straps cannot be damaged through chafing against sharp edges.

If installation on the series anchorage points is impossible for the shoulder and/or crotch straps, new anchorage points must be installed on the shell or the chassis, as near as possible to the centreline of the rear wheels for the shoulder straps.

The shoulder straps may also be fixed to the safety cage or to a reinforcement bar by means of a loop, and may also be fixed to the top anchorage points of the rear belts, or be fixed or leaning on a transverse reinforcement welded between the backstays of the cage (see Drawing 253-66) or on transverse tubular reinforcements according to Drawings 253-18, 253-26, 253-27, 253-28 or 253-30.



Ⓐ trous de montage pour harnais
mounting holes for harness

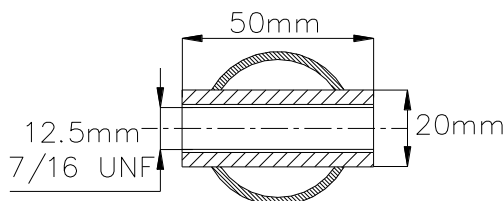
253-66

En este caso, el uso de un refuerzo transversal está sujeto a las siguientes condiciones:

- El refuerzo transversal debe ser un tubo de, al menos, 38 mm x 2,5 mm o 40 mm x 2 mm de acero al carbono estirado en frío sin soldadura, con una resistencia mínima a la tracción de 350 N/mm².
- La altura de este refuerzo será tal que las bandas de los hombros, hacia atrás, están dirigidas hacia abajo con un ángulo de entre 10° y 45° con la horizontal desde el borde del respaldo, se recomienda un ángulo de 10°.
- Se autoriza a fijar las bandas por medio de un lazo o por tornillos, pero en este último caso debe soldarse una pieza por cada punto de anclaje (ver Dibujo 253-67 para las dimensiones).

In this case, the use of a transverse reinforcement is subject to the following conditions:

- The transverse reinforcement must be a tube measuring at least 38 mm x 2.5 mm or 40 mm x 2 mm, made from cold drawn seamless carbon steel, with a minimum tensile strength of 350 N/mm².
- The height of this reinforcement must be such that the shoulder straps, towards the rear, are directed downward with an angle of between 10° and 45° to the horizontal from the rim of the backrest, an angle of 10° being recommended.
- The straps may be attached by looping or by screws, but in the latter case an insert must be welded for each mounting point (see Drawing 253-67 for the dimensions).



253-67

Estas piezas deben situarse en la barra de refuerzo y las bandas deben estar fijadas a ellos por medio de tornillos M12 8.8 o 7/16 UNF.

Cada punto de anclaje deberá resistir una carga de 1.470 daN, o 720 daN para las bandas pélvicas.

En el caso de un punto de anclaje para dos bandas (prohibido para las bandas de los hombros), la carga considerada debe ser igual a la suma de las dos cargas requeridas.

These inserts must be positioned in the reinforcement tube and the straps must be attached to them using bolts of M12 8.8 or 7/16UNF specification.

Each anchorage point must be able to withstand a load of 1470 daN, or 720 daN for the crotch straps.

In the case of one anchorage point for two straps (prohibited for shoulder straps), the load considered must be equal to the sum of the required loads.

Para cada nuevo punto de fijación creado, se utilizará una placa de refuerzo en acero con una superficie de, al menos, 40 cm² y un espesor de, al menos, 3 mm.

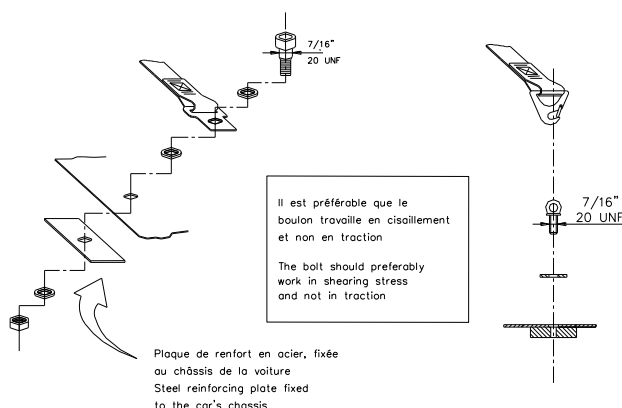
For each new anchorage point created, a steel reinforcement plate with a surface area of at least 40 cm² and a thickness of at least 3 mm must be used.

Principios de fijación sobre el chasis/monocasco:

Principles of mounting to the chassis / monocoque

1) Sistema de fijación general: Dibujo 253-62

1) General mounting system: Drawing 253-62.

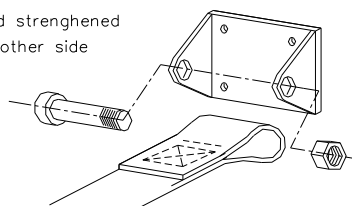


253-62

2) Sistema de fijación para las bandas de los hombros: Dibujo 253-63.

2) Shoulder strap mounting: Drawing 253-63.

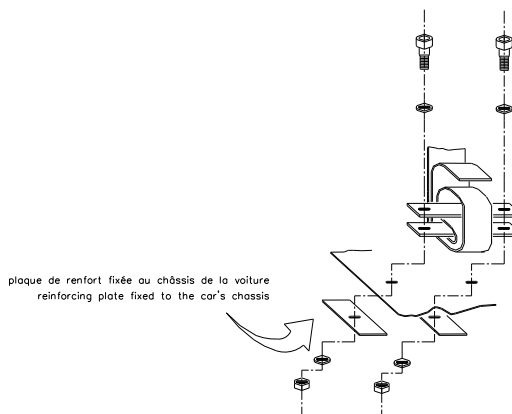
plaque fixée au châssis de la voiture et renforcée de l'autre côté par une plaque de renfort
plate fixed to the chassis and strengthened by a reinforced plate on the other side



253-63

3) Sistema de fijación para las bandas pélvicas: ver Dibujo 253-64.

3) Crotch strap mounting: Drawing 253-64.



253-64

6.3

Uso

Un arnés debe usarse en su configuración de homologación sin ninguna modificación o eliminación de piezas, y en conformidad con las instrucciones del fabricante.

La eficacia y duración de los arneses de seguridad está directamente relacionada con la forma en la que se instalan, se usan y se mantienen.

Se prohíben dispositivos elásticos fijados a las bandas de los hombros.

Los arneses deben reemplazarse después de un accidente serio, si se encuentran cortados, deshilachados o debilitados debido a la acción de la luz del Sol o de productos químicos.

También deben cambiarse si las piezas de metal o las hebillas están deformadas, dobladas o corroídas.

Todo arnés que no funcione correctamente debe sustituirse.

Use

A safety harness must be used in its homologation configuration without any modifications or removal of parts, and in conformity with the manufacturer's instructions.

The effectiveness and longevity of safety harnesses are directly related to the manner in which they are installed, used and maintained.

Elastic devices attached to the shoulder straps are forbidden.

The harnesses must be replaced after every severe collision, and whenever the webbing is cut, frayed or weakened due to the actions of chemicals or sunlight.

They must also be replaced if metal parts or buckles are bent, deformed or rusted.

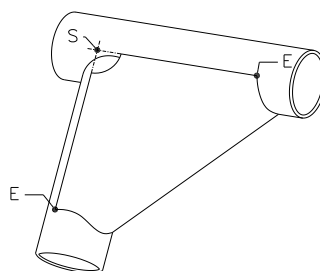
Any harness which does not function perfectly must be replaced.

ART. 7	EXTINTORES – SISTEMAS DE EXTINCIÓN	EXTINGUISHERS – EXTINGUISHING SYSTEMS
	El uso de los siguientes productos estará prohibido: BCF, NAF.	The use of the following products is prohibited: BCF, NAF.
7.1	Aplicación	Application
7.1.1	<u>En rallies:</u> Aplicación de los artículos 7.2 y 7.3. Se recomiendan los Sistemas de Extinción y Extintores Manuales en conformidad con la Norma FIA 8865-2015 (Lista Técnica nº52). Los Sistemas de Extinción en conformidad con la Norma FIA 8865-2015 (Lista Técnica nº52) son obligatorios para los siguientes coches: • World Rally Cars homologados antes del 31.12.2013 en conformidad con las extensiones de homologación 100/01 KSR así como con sus extensiones WR, y con el Art. 255A del Anexo J de 2013. • World Rally Cars homologados a partir del 01.01.2014 en conformidad con las extensiones de homologación 200/01 WRC y con el Art. 255A del Anexo J de 2016. • World Rally Cars homologados a partir del 01.01.2015 en conformidad con las extensiones de homologación 300/01 WRC y con el Art. 255A del Anexo J de 2016. • World Rally Cars homologados a partir del 01.01.2017 en conformidad con las extensiones de homologación 400/01 WRC y con el Art. 255A del Anexo J. • Coches Super 2000 (Rallies) en conformidad con el Art. 255A del Anexo J de 2013. • Coches Grupo RGT en conformidad con el Art. 256 del Anexo J. • Coches Grupo R5 en conformidad con el Art. 261 del Anexo J.	<u>In rallies:</u> Articles 7.2 and 7.3 apply. Extinguishing systems and Manual extinguishers in compliance with FIA Standard 8865-2015 (Technical List n°52) are recommended. Extinguishing systems in compliance with FIA Standard 8865-2015 (Technical List n°52) are compulsory for the following cars: • World Rally Cars homologated before 31.12.2013 in compliance with homologation extension 100/01 KSR and with its WR extension, as well as with Art. 255A of 2013 Appendix J. • World Rally Cars homologated as from 01.01.2014 in compliance with homologation extension 200/01 WRC and with Art. 255A of 2016 Appendix J. • World Rally Cars homologated as from 01.01.2015 in compliance with homologation extension 300/01 WRC and with Art. 255A of 2016 Appendix J. • World Rally Cars homologated as from 01.01.2017 in compliance with homologation extension 400/01 WRC and with Art. 255A of Appendix J. • Super 2000 (Rallies) cars in compliance with Art. 255A of 2013 Appendix J. • Group RGT cars in compliance with Art. 256 of Appendix J. • Group R5 cars in compliance with Art. 261 of Appendix J.
7.1.2	<u>En pruebas de circuito, slalom y montaña:</u> Aplicación de los artículos 7.2 ó 7.3. Se recomiendan los Sistemas de Extinción y Extintores Manuales en conformidad con la Norma FIA 8865-2015 (Lista Técnica nº52).	<u>In circuit competitions, slaloms, hillclimbs:</u> Article 7.2 or 7.3 applies. Extinguishing systems and Manual extinguishers in compliance with FIA Standard 8865-2015 (Technical List n°52) are recommended.
7.2	Sistemas instalados	Systems mounted
	Todos los vehículos deben estar equipados con un sistema de extinción en conformidad con la Norma FIA para Sistemas de Extinción Fijos en Vehículos de Competición (1999) o con la norma FIA 8865-2015 (ver Art. 7.1). Los sistemas deberán usarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y con las Listas Técnicas nº16 o nº52. En rallies, la cantidad mínima de agente extintor para los sistemas de la Lista Técnica nº16 debe ser de 3 kg.	All cars must be equipped with an extinguishing system in compliance with FIA Standard for plumbed-in Fire Extinguisher Systems in Competition Cars (1999) or with FIA Standard 8865-2015 (see Art. 7.1). The system must be used in accordance with the manufacturer's instructions and with Technical Lists n°16 or n°52. In rallies, the minimum quantity of extinguishant for systems of Technical List n°16 must be 3 kg.
7.2.2	Todas las botellas de los extintores deberán protegerse adecuadamente y estar situados en el habitáculo. El contenedor se puede situar también en el maletero con la condición de que esté a, al menos, 300 mm del borde más externo de la carrocería y en cualquier dirección horizontal. Se debe asegurar con un mínimo de 2 abrazaderas metálicas con tornillos y el sistema de seguridad debe soportar una deceleración de 25 g. Se requiere el uso de topes Anti-torpedo. El material del sistema de aseguramiento debe operar en un rango de temperatura entre -15°C hasta +80°C. Todo el equipo de extinción debe ser resistente al fuego. Las conducciones de plástico están prohibidas y las conducciones de metal son obligatorias (a menos que se especifique lo contrario)	All extinguisher containers must be adequately protected and must be situated within the cockpit. The container may also be situated in the luggage compartment on condition that it is at least 300 mm from the outer edges of the bodywork in all horizontal directions. It must be secured by a minimum of 2 screw-locked metallic straps and the securing system must be able to withstand a deceleration of 25 g. Anti-torpedo tabs are required. The material of the securing system must operate within the -15°C to +80°C temperature range. All extinguishing equipment must withstand fire. Plastic pipes are prohibited and metal pipes are obligatory (unless specified otherwise).
7.2.3	El piloto (y el copiloto si procede) debe ser capaz de accionar el extintor manualmente cuando esté sentado normalmente con sus arneses puestos y el volante en su sitio. Además, debe combinarse un interruptor de accionamiento externo con un cortacorrientes, o situarse cerca de él. Debe estar identificado con una letra "E" en rojo dentro de un círculo blanco con el borde rojo, de un diámetro mínimo de 10 cm. Para vehículos WRC, el accionamiento de interruptor de un extintor exterior o interior debe traer consigo el corte de suministro eléctrico de la batería y el motor.	The driver (and co-driver where applicable) must be able to trigger the extinguishing system manually when seated normally with his safety harnesses fastened and the steering wheel in place. Furthermore, a means of triggering from the outside must be combined with the circuit-breaker switch. It must be marked with a letter "E" in red inside a white circle of at least 10 cm diameter with a red edge. For WRC type cars, the triggering of an external or internal extinguisher must compulsorily bring about engine and battery cut-off.
7.2.4	El sistema debe funcionar en todas las posiciones.	The system must work in all positions.
7.2.5	Las toberas de extinción deben ser las adecuadas al agente extintor e instalarse de tal manera que no apunten directamente a la cabeza de los ocupantes.	Extinguisher nozzles must be suitable for the extinguishant and be installed in such a way that they are not directly pointed at the occupants' heads.

7.3	Extintores manuales	Manual extinguishers
7.3.1	Todos los coches deben estar equipados con uno o dos extintores en conformidad con los Artículos 7.3.2 a 7.3.5 inferiores o con la Norma FIA 8865-2015 (Artículos 7.3.2 a 7.3.5 inferiores no aplican en este último caso).	All cars must be fitted with one or two fire extinguishers in compliance with Articles 7.3.2 to 7.3.5 hereunder or with FIA Standard 8865-2015 (Articles 7.3.2 to 7.3.5 hereunder do not apply in the latter case).
7.3.2	<u>Agentes extintores permitidos:</u> AFFF, FX G-TEC, Viro 3, polvo o cualquier otro agente extintor homologado por la FIA.	<u>Permitted extinguishants:</u> AFFF, FX G-TEC, Viro3, powder or any other extinguishant homologated by the FIA.
7.3.3	<u>Cantidad mínima de agente extintor:</u> • AFFF 2.4 litres • FX G-TEC 2.0 kg • Viro3 2.0 kg • Zero 360 2.0 kg • Powder 2.0 kg	<u>Minimum quantity of extinguishant:</u> • AFFF 2.4 litres • FX G-TEC 2.0 kg • Viro3 2.0 kg • Zero 360 2.0 kg • Powder 2.0 kg
7.3.4	<u>Todos los extintores deben estar presurizados en función de su contenido como sigue:</u> • AFFF de acuerdo con las instrucciones del fabricante. • FX G-TEC y Viro3 de acuerdo con las instrucciones del fabricante. • Zero 360: de acuerdo con las instrucciones del fabricante. • Polvo: 8 bar mínimo y 13,5 bar máximo. Además, en el caso de los AFFF, los extintores deberán estar equipados con un sistema que permita la verificación de la presión del contenido.	<u>All extinguishers must be pressurised according to the contents:</u> • AFFF in accordance with the manufacturer's instructions • FX G-TEC and Viro3 in accordance with the manufacturer's instructions • Zero 360 in accordance with the manufacturer's instructions • Powder 8 bars minimum, 13.5 bars maximum Furthermore, each extinguisher when filled with AFFF must be equipped with a means of checking the pressure of the contents.
7.3.5	<u>La información siguiente deberá figurar visiblemente en cada extintor:</u> • Capacidad • Tipo de agente extintor • Peso o volumen del agente extintor • Fecha en la que debe revisarse el extintor, que no debe ser más de dos años después de la fecha de llenado o última revisión, o bien la fecha límite de validez correspondiente.	<u>The following information must be visible on each extinguisher:</u> • Capacity • Type of extinguishant • Weight or volume of the extinguishant • Date the extinguisher must be checked, which must be no more than two years after either the date of filling or the date of the last check, or corresponding expiry date.
7.3.6	Todos los extintores deben estar protegidos adecuadamente. Sus fijaciones deben ser capaces de soportar deceleraciones de 25 g. Además, solo se aceptan (dos como mínimo) las fijaciones metálicas de desprendimiento rápido con abrazaderas metálicas. Se requiere el uso de topes Anti-torpedo.	All extinguishers must be adequately protected. Their mountings must be able to withstand a deceleration of 25 g. Furthermore, only quick-release metal fastenings (two minimum), with metal straps, are accepted. Anti-torpedo tabs are required.
7.3.7	Los extintores deben ser fácilmente accesibles al piloto y copiloto.	The extinguishers must be easily accessible for the driver and the co-driver.

ART. 8	ESTRUCTURA DE SEGURIDAD	SAFETY CAGES
	Los Artículos 8.1 a 8.3 de ahora en adelante solo aplican a las estructuras de seguridad de cohes <u>homologados a partir del 01.01.2017</u>. Para estructuras de seguridad de coches <u>homologados antes del 01.01.2017</u>, remitirse a los Artículos 253-8 del Anexo J de 2016.	Articles 8.1 to 8.3 hereafter apply only to safety cages of cars <u>homologated as from 01.01.2017</u>. For safety cages of cars <u>homologated before 01.01.2017</u>, refer to Articles 253-8 of the 2016 Appendix J.
8.1	General La instalación de una estructura de seguridad es obligatoria. <u>Salvo que se indique otra cosa en la reglamentación técnica aplicable, puede ser tanto:</u> a. Fabricada de acuerdo a los requerimientos de los artículos siguientes (a partir del Artículo 253-8.2); b. Homologada o certificada por una ADN de acuerdo a los reglamentos de homologación FIA para estructuras de seguridad: Cualquier estructura de seguridad homologada por una ADN deberá estar identificada, de forma individual, por una placa de identificación colocada por el constructor que no pueda copiarse ni retirarse (es decir, embutida, grabada, placa metálica). La placa de identificación debe portar el nombre del constructor, el número de homologación o certificación de la ADN y el número de serie único del fabricante. Se debe presentar a los Comisarios Técnicos de la competición una copia original del documento o certificado de homologación aprobado por la ADN y firmado por técnicos cualificados que representen al fabricante. c. Homologada por la FIA de acuerdo a los reglamentos de homologación FIA para estructuras de seguridad. Esta estructura de seguridad debe ser objeto de una extensión de la ficha de homologación del vehículo homologado por la FIA. La identificación del fabricante debe estar especificada en la extensión. Los compradores deben recibir un certificado numerado correspondiente a la misma. <u>Para los siguientes vehículos, la estructura debe estar obligatoriamente homologada por FIA:</u> Variante VR5, Variante Kit Súper 1600, Variante Kit Súper 2000, Variante Kit Súper 2000 Rallye, Variante World Rallye Car. ***** Toda modificación de una estructura de seguridad homologada o certificada está prohibida. Será considerado como modificación cualquier proceso sobre la estructura por medio de mecanizado o soldadura que implique una modificación permanente del material o de la estructura de seguridad. Cualquier reparación de una estructura de seguridad dañada tras un accidente debe llevarse a cabo por el fabricante de la estructura o con su aprobación. Se prohíbe el cromado de toda o parte de la estructura. Los tubos de las estructuras de seguridad no deben transportar fluidos ni ninguna otra cosa. Las estructuras de seguridad no deben dificultar la entrada o salida del piloto y copiloto. <u>En el interior del habitáculo, está prohibido llevar los siguientes elementos entre los miembros laterales de la carrocería y la estructura de seguridad:</u> • Cables eléctricos • Conductos que lleven fluidos (excepto el conducto del líquido del limpiaparabrisas) • Conductos del sistema de extinción Los elementos de la estructura podrán ocupar el espacio de los ocupantes atravesando el salpicadero y los revestimientos.	General The fitting of a safety cage is compulsory. <u>Unless otherwise stated in the applicable technical regulations, it may be either:</u> Fabricated in compliance with the requirements of the following articles (as from Article 253-8.2) ; Homologated or Certified by an ASN according to the FIA homologation regulations for safety cages ; Any cage which is homologated by an ASN must be identified by means of an identification plate affixed to it by the manufacturer; this identification plate must be neither copied nor moved (i.e. embedded, engraved, metallic plate). The identification plate must bear the name of the manufacturer, the homologation or certification number of the ASN homologation form or certificate and the individual series number of the manufacturer. An authentic copy of the homologation document or certificate bearing the same numbers, approved by the ASN and signed by qualified technicians representing the manufacturer, must be presented to the competition's scrutineers. Homologated by the FIA according to the FIA homologation regulations for safety cages. It must be the subject of an extension to the homologation form of the vehicle homologated by the FIA. The manufacturer's identification must be as specified on the extension. The purchasers must receive a numbered certificate corresponding to this. <u>For the following cars, the cage must compulsorily be homologated by the FIA:</u> VR5 Variant, Super 1600 Kit Variant, Super 2000 Kit Variant, Super 2000 Rally Kit Variant, World Rally Car Variant. ***** Any modification to a homologated or certified safety cage is forbidden. To be considered as a modification, any process made to the cage by machining, welding, that involves a permanent modification of the material or the safety cage. All repairs to a homologated or certified safety cage, damaged after an accident must be carried out by the manufacturer of the cage or with his approval. The chromium plating of all or part of the cage is forbidden. Tubes of the safety cages must not carry fluids or any other item. The safety cages must not unduly impede the entry or exit of the driver and co-driver. <u>Inside the cockpit, the passage of the following elements between the side members of the bodyshell and the safety cage is forbidden:</u> • Electric cables • Lines carrying fluids (except windscreen washer fluid) • Lines of the extinguishing system. Members may intrude into the occupant's space in passing through the dashboard and trims.
8.2	Definiciones	Definitions
8.2.1	Estructura de seguridad	Safety cage
	Estructura multitubular instalada en el habitáculo cerca de la carrocería, concebida con el fin de evitar una deformación importante de la carrocería (chasis) en caso de accidente.	Multi-tubular structure installed in the cockpit and fitted close to the bodyshell, the function of which is to reduce the deformation of the bodyshell (chassis) in case of an impact.
8.2.2	Arco de seguridad	Rollbar
	Estructura tubular formando un arco con dos bases de anclaje.	Tubular frame forming a hoop with two mounting feet.

8.2.3	Arco principal (Dibujo 253-1) Estructura prácticamente vertical constituida por un arco tubular de una sola pieza (inclinación máxima +/-10° con respecto a la vertical) situado en un plano transversal al vehículo, e inmediatamente detrás de los asientos delanteros. El eje del tubo debe estar contenido en un solo plano.	Main rollbar (Drawing 253-1) Transverse and near-vertical (maximum angle +/-10° to the vertical) single piece tubular hoop located across the vehicle just behind the front seats. The tube axis must be within one single plane.
8.2.4	Arco delantero (Dibujo 253-1) Similar al arco principal pero su forma sigue los montantes y el borde superior del parabrisas.	Front rollbar (Drawing 253-1) Similar to main rollbar but its shape follows the windscreen pillars and top screen edge.
8.2.5	Arco lateral (Dibujo 253-2) Estructura casi longitudinal y prácticamente vertical constituida por un arco tubular de una sola pieza, situado a lo largo de la parte derecha o izquierda del vehículo, siguiendo el pilar delantero del mismo el montante del parabrisas, y los montantes traseros siendo casi verticales y estando justo detrás de los asientos delanteros. El montante trasero debe ser rectilíneo en vista lateral.	Lateral rollbar (Drawing 253-2) Near-longitudinal and near-vertical single piece tubular hoop located along the right or left side of the vehicle, the front pillar of which follows the windscreen pillar and the rear pillar of which is near-vertical and located just behind the front seats. The rear pillar must be straight in side view.
8.2.6	Semiarco lateral (Dibujo 253-3) Idéntico al arco lateral pero sin el pilar trasero.	Lateral half-rollbar (Drawing 253-3) Identical to the lateral rollbar but without the rear pillar.
8.2.7	Tirante longitudinal Tubo casi longitudinal de una única pieza uniendo las partes superiores del arco principal y delantero.	Longitudinal member Near-longitudinal single piece tube joining the upper parts of the front and main rollbars.
8.2.8	Tirante transversal Tubo semi-transversal de una única pieza que une los miembros superiores de los arcos o semiarcos laterales.	Transverse member Near-transverse single piece tube joining the upper parts of the lateral half-rollbars or of the lateral rollbars.
8.2.9	Tirante diagonal <u>Tubo transversal entre:</u> Uno de los ángulos superiores del arco principal o uno de los extremos del miembro transversal en el caso de un arco lateral, y el pie de anclaje opuesto inferior del arco. o El extremo superior de un tirante trasero con el punto de anclaje inferior del otro tirante trasero.	Diagonal member <u>Transverse tube between:</u> One of the top corners of the main rollbar, or one of the ends of the transverse member in the case of a lateral rollbar, and at the lower mounting point on the opposite side of the rollbar. or The upper end of a backstay and the lower mounting point of the other backstay.
8.2.10	Tirantes desmontables Miembros estructurales de una estructura de seguridad que se pueden desmontar.	Removable members Members of a safety cage which must be able to be removed.
8.2.11	Refuerzo de la estructura Miembro añadido a la estructura de seguridad para mejorar su resistencia.	Cage reinforcement Member added to the safety cage to improve its strength.
8.2.12	Pie de anclaje Placa soldada al final de un tubo de la estructura para permitir su atornillado sobre la carrocería/chasis, generalmente sobre una placa de refuerzo. Esta placa puede ser soldada a la carrocería / chasis, además de los pernos.	Mounting foot Plate welded to the end of a rollbar tube to permit its bolting to the bodyshell/chassis, usually onto a reinforcement plate. This plate may be welded to the bodyshell/chassis in addition to the bolts.
8.2.13	Placa de refuerzo Placa metálica fijada a la carrocería/chasis bajo el pie de anclaje.	Reinforcement plate Metal plate fixed to the bodyshell/chassis under a rollbar mounting foot.
8.2.14	Cartela (Dibujo 253-34) Refuerzo para un ángulo o unión hecho de chapa doblada en forma de U (Dibujo 253-34) de espesor no inferior a 1,0 mm. Los extremos de dicha cartela (punto E) deben estar situados a una distancia del punto superior del ángulo (punto S) de 2 a 4 veces el diámetro exterior del tubo mayor de los unidos. Se permite un corte en la parte superior del ángulo (R) pero su radio no debe ser mayor de 1,5 veces el diámetro exterior del tubo mayor de los unidos. El lado plano de la cartela puede tener un agujero cuyo diámetro no debe ser más grande que el diámetro exterior del tubo mayor de los unidos.	Gusset (Drawing 253-34) Reinforcement for a bend or junction made from bent sheet metal with a U shape the thickness of which must not be less than 1.0 mm. The ends of this gusset (point E) must be situated at a distance from the top of the angle (point S) of between 2 to 4 times the outer diameter of the biggest of the tubes joined. A cut-out is permitted at the top of the angle but its radius (R) must be no greater than 1.5 times the outer diameter of the biggest of the tubes joined. The flat sides of the gusset may have a hole the diameter of which must not be greater than the outer diameter of the biggest of the tubes joined.



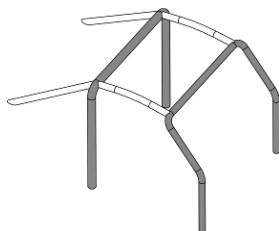
253-34

8.3 Especificaciones

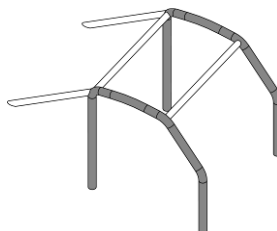
8.3.1 Estructura base

La estructura base debe estar realizada de acuerdo a uno de los diseños siguientes:

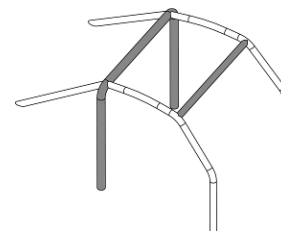
- **Estructura base 1 (Dibujo 253-1)**
 - 1 arco principal
 - 1 arco frontal
 - 2 miembros longitudinales
 - 2 tirantes longitudinales traseros
 - 6 puntos de anclaje
- **Estructura base 2 (Dibujo 253-2)**
 - 2 arcos laterales
 - 2 miembros transversales
 - 2 tirantes longitudinales traseros
 - 6 puntos de anclaje
- **Estructura base 3 (Dibujo 253-3)**
 - 1 arco principal
 - 2 lateral half-rollbars
 - 1 miembro transversal
 - 2 tirantes longitudinales traseros
 - 6 puntos de anclaje



253-1



253-2



253-3

La parte vertical del arco principal debe ser tan próxima como sea posible a los paneles interiores de la carrocería y debe tener una sola curvatura entre su parte inferior y su parte superior.

El pilar de un arco delantero (o el pilar frontal de un arco o semiarco lateral) debe seguir los más cerca posible a los montantes del parabrisas y tener una sola curvatura entre su parte inferior y su parte superior.

Las siguientes conexiones deben situarse a nivel del techo:

- Miembros longitudinales al arco principal y delantero
- Miembros transversales a los arcos laterales
- Semiarcos laterales al arco principal

No debe haber más de 4 uniones desmontables a nivel del techo.

Los tirantes longitudinales traseros deben anclarse a nivel del techo y cerca de los ángulos superiores exteriores del arco principal, a ambos lados del vehículo, siendo posible hacerlo por medio de conexiones desmontables.

Deberán formar un ángulo mínimo de 30° con la vertical, estar dirigidos hacia atrás y ser rectos y tan cercanos como sea posible a los paneles interiores de la carrocería.

8.3.2 Diseño

Una vez que la estructura base está definida, debe ser completada con miembros y refuerzos obligatorios (ver artículo 253-8.3.2.1), a los cuales se podrán añadir miembros y refuerzos opcionales (ver artículo 253-8.3.2.2).

Specifications

Basic structure

The base structure must be made according to one of the following designs:

- **Base structure 1 (Drawing 253-1)**
 - 1 main rollbar
 - 1 front rollbar
 - 2 longitudinal members
 - 2 backstays
 - 6 mounting feet
- **Base structure 2 (Drawing 253-2)**
 - 2 lateral rollbars
 - 2 transverse members
 - 2 backstays
 - 6 mounting feet
- **Base structure 3 (Drawing 253-3)**
 - 1 main rollbar
 - 2 lateral half-rollbars
 - 1 transverse member
 - 2 backstays
 - 6 mounting feet

The vertical part of the main rollbar must be as close as possible to the inner side panels of the bodyshell and must have only one bend between its lower part and its upper part.

The pillar of a front rollbar (or the front pillar of a lateral rollbar or of a half-rollbar) must follow the windscreen pillars as close as possible and have only one bend between its lower part and its upper part.

The following connections must be situated at the roof level:

- Longitudinal members to the front and main rollbars
- Transverse members to the lateral rollbars
- Semi-lateral rollbar to the main rollbar

There must be no more than 4 removable connections at the roof level.

The backstays must be attached at the roof level and near the top outer bends of the main rollbar, on both sides of the car, possibly by means of dismantable joints.

They must form an angle of at least 30° with the vertical, must run rearwards and be straight and as close as possible to the inner side panels of the bodyshell.

Design

Once the base structure is defined, it must be completed with compulsory members and reinforcements (see Article 253-8.3.2.1), to which optional members and reinforcements may be added (see Article 253-8.3.2.2).

Salvo que esté explícitamente permitido y salvo que se usen uniones desmontables de acuerdo al Artículo 253-8.3.2.4, todos los elementos y refuerzos tubulares deben ser de una única pieza.

Unless explicitly permitted and unless dismountable joints are used in compliance with Article 253-8.3.2.4, all members and tubular reinforcements must be single pieces.

8.3.2.1 Tirantes y refuerzos obligatorios

Compulsory members and reinforcements

8.3.2.1.1 Tirante diagonal

Diagonal member

La estructura debe tener dos miembros diagonales en el arco principal de acuerdo al Dibujo 253-7.

The cage must have two diagonal members on the main rollbar according to Drawing 253-7.

Los miembros deben ser rectos y pueden ser desmontables.

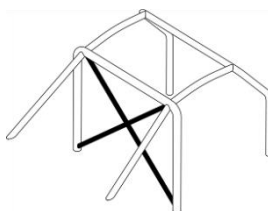
Members must be straight and may be removable.

El extremo inferior de la diagonal debe unirse con el arco principal o con el tirante trasero a menos de 100mm del pie de anclaje (ver Dibujo 253-52 para las medidas).

The lower end of the diagonal must join the main rollbar no further than 100 mm from the mounting foot (see Drawing 253-52 for the measurement).

El extremo superior de la diagonal debe unirse al arco principal a menos de 100mm de la unión de este con el tirante posterior.

The upper end of the diagonal must join the main rollbar no further than 100 mm from its junction with the backstay.



253-7

8.3.2.1.2 Barras de puertas

Doorbars

Se deberán montar miembros longitudinales a cada lado del vehículo de acuerdo a los Dibujos 253-9, 253-10 y 253-11.

Longitudinal members must be fitted on each side of the vehicle according to Drawings 253-9, 253-10 and 253-11.

Los dibujos se pueden combinar.

Drawings may be combined.

Se puede añadir un miembro longitudinal a cada uno de los diseños mostrados en los dibujos 253-9, 253-10 y 253-11.

One longitudinal member may be added to each of the designs shown in Drawings 253-9, 253-10 and 253-11.

El diseño debe ser idéntico en ambos lados.

The design must be identical on both sides.

Para competiciones sin copiloto, dichos miembros pueden ser montados sólo en el lado del conductor y no es obligatorio que el diseño sea idéntico en ambos lados.

For competitions without co-driver, members may be fitted on the driver's side only and it is not compulsory for the design to be identical on both sides.

Podrán ser desmontables.

They may be removable.

La protección lateral estará situada tan alta como sea posible pero sus puntos de anclaje superiores no estarán a más de la mitad de la altura total de la puerta medida desde su base.

The side protection must be as high as possible, but its upper attachment point must not be higher than half the height of the door opening measured from its base.

Si estos puntos de anclaje superiores están situados delante o detrás de la apertura de la puerta, esta limitación en altura aplica a la intersección correspondiente al tirante y la apertura de la puerta (vista lateral).

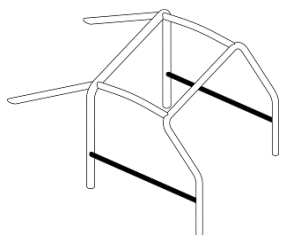
If these upper attachment points are located in front of or behind the door opening, this height limitation applies to the corresponding intersection of the member and the door opening (side view).

En el caso del Dibujo 253-9, se recomienda que los puntos de anclaje inferiores se fijen directamente sobre el larguero longitudinal de la carrocería/chasis y que al menos una parte de la "X" sea una barra de una sola pieza.

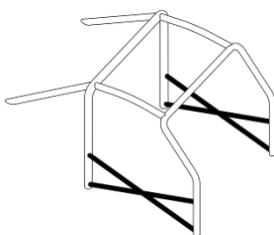
In the case of Drawing 253-9, it is recommended that the lower attachment points of the members be directly onto the longitudinal member of the bodyside/chassis and that at least one part of the "X" be a single-piece.

La conexión de los tirantes de puertas con el pilar de refuerzo del parabrisas (Dibujo 253-15) está autorizada.

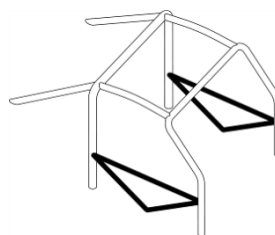
The connection of the doorbars to the windscreen pillar reinforcement (Drawing 253-15) is authorised.



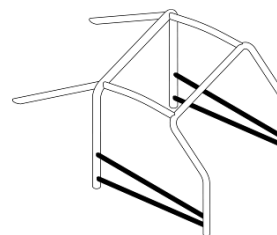
253-8



253-9



253-10



253-11

8.3.2.1.3 Refuerzo del techo

Roof reinforcement

La parte superior de la estructura de seguridad debe reforzarse con miembros conformes a uno de los Dibujos 253-12, 253-13 y 253-14.

The upper part of the safety cage must be reinforced with members according to one of Drawings 253-12, 253-13 and 253-14.

Los miembros pueden seguir la curvatura del techo.

The members may follow the curve of the roof.

Para competiciones sin copiloto, en el caso del Dibujo 253-12 solamente, puede montarse un solo refuerzo pero su conexión delantera debe estar situada del lado del piloto.

For competitions without co-drivers, in the case of Drawing 253-12 only, only one diagonal member may be fitted but its front connection must be on the driver's side.

Los extremos de los miembros deben estar a menos de 100mm de la unión entre arcos y miembros de la estructura base (esto no será de aplicación para la punta de la V formada por los refuerzos en los dibujos 253-13 y 253-14).

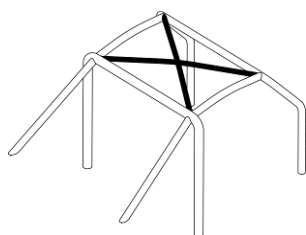
The ends of the members must be less than 100 mm from the junction between rollbars and members of the base structure (not applicable to the top of the V formed by reinforcements in Drawings 253-13 and 253-14).

Unión de los tubos en la punta de la V:

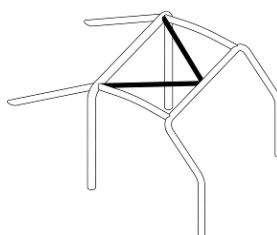
Junction of tubes at the top of the V:

Si los tubos no se juntan entre sí, la distancia entre ellos en su conexión con el arco o el miembro transversal no deberá ser superior a 100 mm.

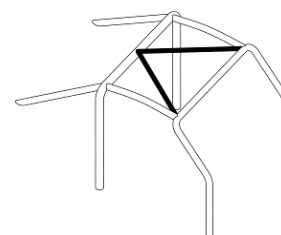
If the tubes do not join each other, the distance between them must not be more than 100 mm at their connection with the rollbar or the transverse member.



253-12



253-13



253-14

8.3.2.1.4 Pilar de refuerzo del parabrisas

Windscreen pillar reinforcement

Deben estar montados a cada lado del arco delantero si la dimensión "A" es superior a 200mm (ver Dibujo 253-15).

It must be fitted on each side of the front rollbar if dimension "A" is greater than 200 mm (Drawing 253-15).

Este refuerzo puede ser curvado a condición de que sea rectilíneo en vista lateral y que el ángulo de la curvatura no exceda 20°.

It may be bent on condition that it is straight in side view and that the angle of the bend does not exceed 20°.

Su extremo superior debe estar a menos de 100mm de la unión entre el arco delantero (lateral) y el miembro longitudinal (transversal).

Its upper end must be less than 100 mm from the junction between the front (lateral) rollbar and the longitudinal (transverse) member.

Su extremo inferior debe estar a menos de 100mm del pie (frontal) de anclaje del arco frontal (lateral) (ver Dibujo 253-52 para las medidas).

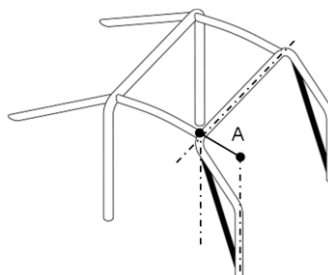
Its lower end must be less than 100 mm from the (front) mounting foot of front (lateral) rollbar (see Drawing 253-52 for the measurement).

Para vehículos homologados a partir del 01.01.2018:

For cars homologated as from 01.01.2018:

Si este refuerzo corta a las barras de las puertas, deberá separarse en varias partes.

If this reinforcement intersects the doorbars, it must be split in several parts.



253-15

8.3.2.1.5 Refuerzo de ángulos y uniones

Reinforcement of bends and junctions

Las uniones entre:

The junctions between:

- Los miembros diagonales del arco principal
- Los refuerzos del techo (configuración según Dibujo 253-12 solo)
- Las barras de las puertas (configuración del Dibujo 253-9 solo)
- Las barras de las puertas y el pilar de refuerzo del parabrisas (Dibujo 253-15)

- The diagonal members of the main rollbar
- The roof reinforcements (configuration of Drawing 253-12 only)
- The doorbars (configuration of Drawing 253-9 only)
- The doorbars and the windscreen pillar reinforcement (Drawing 253-15)

deben estar reforzados por un mínimo de 2 cartelas en conformidad con el artículo 253-8.2.14.

must be reinforced by a minimum of 2 gussets complying with Article 253-8.2.14.

Si las barras de las puertas y el pilar de refuerzo del parabrisas no están situados en el mismo plano, el refuerzo debe estar fabricado en chapa de acero, siempre que cumpla con las dimensiones del Art. 253-8.2.14.

If the doorbars and the windscreen pillar reinforcement are not situated in the same plane, the reinforcement may be made of fabricated sheet metal, provided it complies with dimensions in Article 253-8.2.14.

8.3.2.2 Tirantes y refuerzos opcionales

Optional members and reinforcements

Excepto otras indicaciones dadas en el artículo 253-8.3.2.1, los miembros y refuerzos mostrados en los dibujos 253-16 a 253-21 y 253-23 a 253-33, son opcionales.

Unless otherwise stated in Article 253-8.3.2.1, members and reinforcements shown in Drawings 253-16 to 253-21 and 253-23 to 253-33 are optional.

Deben estar soldados o instalados mediante uniones desmontables (ver Artículo 8.3.2.4).

They must be welded or installed by means of dismantable joints (see Article 8.3.2.4).

Todos los tirantes y refuerzos mencionados anteriormente pueden utilizarse por separado o combinados con otro.

All members and reinforcements mentioned above may be used separately or combined with one another.

8.3.2.2.1 Diagonales de los tirantes traseros (Dibujos 253-20 y 253-21)

Backstay diagonals (Drawings 253-20 and 253-21)

La configuración del Dibujo 253-22 es obligatoria si se usa un refuerzo en el techo de acuerdo con el Dibujo 253-14.

The configuration of Drawing 253-22 is compulsory if a roof reinforcement complying with Drawing 253-14 is used.

8.3.2.2.2 Puntos de anclaje sobre la suspensión delantera (Dibujo 253-25)

Front suspension mounting points (Drawing 253-25)

Las extensiones deben estar conectadas a los puntos de anclaje superiores de la suspensión.

The extensions must be connected to the front suspension top mounting points.

8.3.2.2.3 Miembros transversales (Dibujos 253-26 a 253-30)

Transverse members (Drawings 253-26 to 253-30)

Los miembros transversales montados sobre el arco principal o entre los tirantes traseros pueden usarse para los anclajes de los arneses de seguridad, conforme al Art. 253-6.2 (en este caso se prohíbe el uso de uniones desmontables).

Para los miembros mostrados en los dibujos 253-26 y 253-27, el ángulo entre el brazo central y el vertical debe ser de al menos 30°. El miembro transversal fijado en el arco delantero puede situarse tan alto como sea posible, pero su borde inferior no debe estar situado por encima del punto más elevado del salpicadero.

No debe posicionarse por debajo de la columna de dirección.

Transverse members fitted on the main rollbar or between the backstays may be used for the safety harness mountings in accordance with Article 253-6.2 (use of dismantlable joints prohibited in this case).

For members shown on Drawings 253-26 and 253-27, the angle between the central leg and the vertical must be at least 30°.

The transverse member fitted on the front rollbar may be placed as high as possible but its lower edge must not be higher than the uppermost point of the dashboard.

It must not be positioned below the steering column.

8.3.2.2.4 Refuerzos de ángulos o uniones (Dibujos 253-31 a 253-33)

Los refuerzos deben estar hechos de tubos o chapa curvada en forma de U cumpliendo con el Art. 253-8.2.14.

El espesor de los elementos que formen un refuerzo no debe ser menor de 1,0 mm.

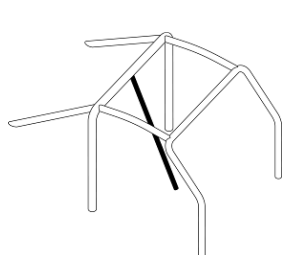
Los extremos de las barras de refuerzo no deben situarse a más distancia de la mitad de la longitud del miembro al que van unidos, a excepción de aquellos del arco delantero, que pueden unirse a las barras de las puertas/arco delantero.

Reinforcement of bends or junctions (Drawings 253-31 to 253-33)

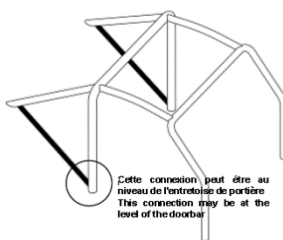
Reinforcements must be made of tubes or bent-sheet metal with U shape complying with Article 253-8.2.14.

The thickness of the components forming a reinforcement must not be less than 1.0 mm.

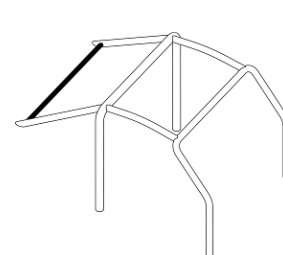
The ends of the tubular reinforcements must not be more than half way down or along the members to which they are attached, except for those of the junction of the front rollbar, which may join the junction of the doorbar / front rollbar.



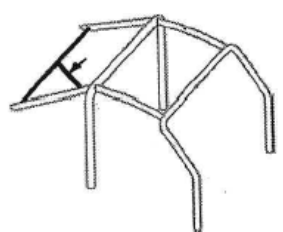
253-16



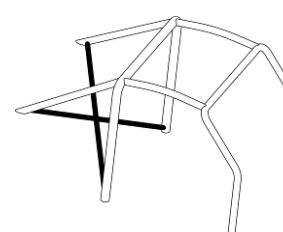
253-17



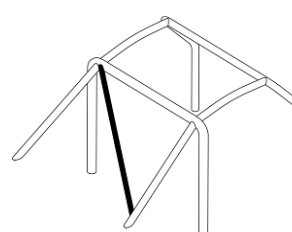
253-18



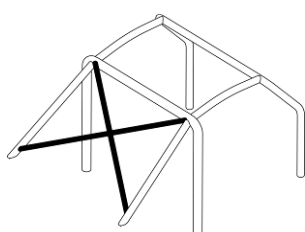
253-18B



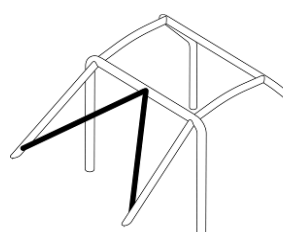
253-19



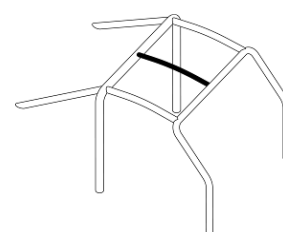
253-20



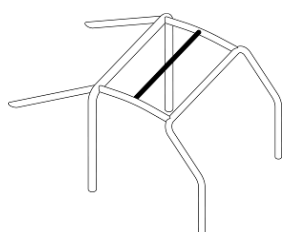
253-21



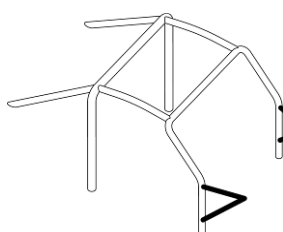
253-22



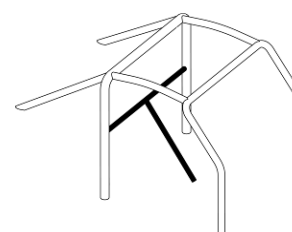
253-23



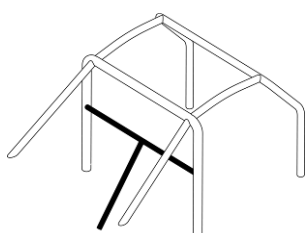
253-24



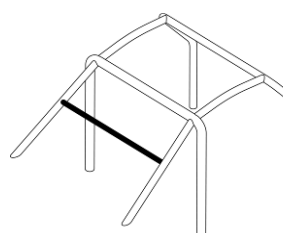
253-25



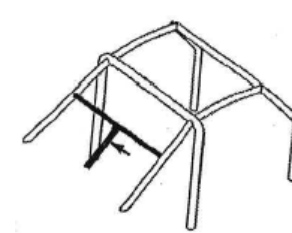
253-26



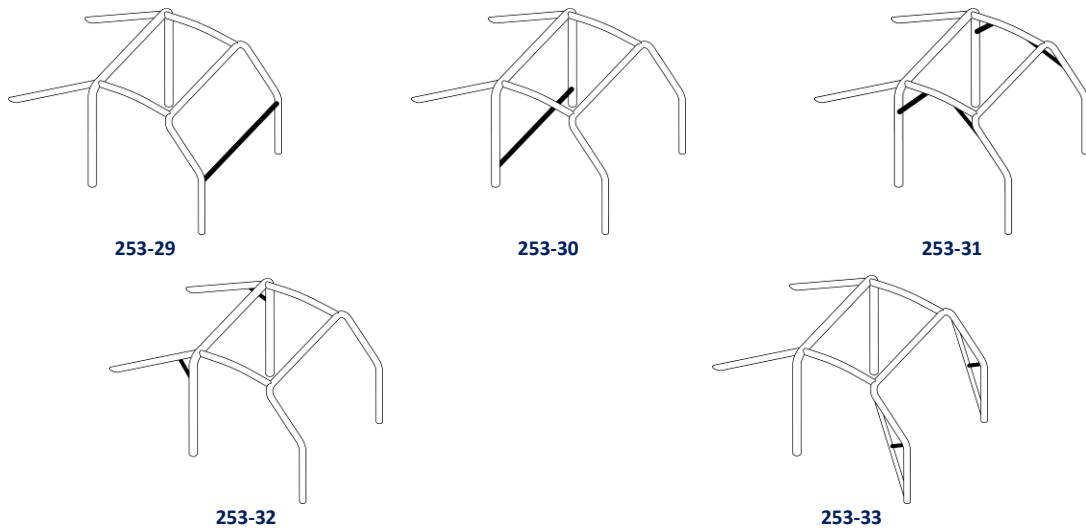
253-27



253-28



253-28B



8.3.2.3 Configuración mínima de la estructura de seguridad

Minimum configuration of the safety cage

La configuración mínima de la estructura de seguridad se define como sigue:

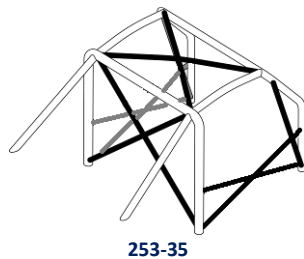
The minimum configuration of a safety cage is defined as follows:

Con copiloto	Sin copiloto
Dibujo 253-35	Dibujo 253-36 o simétrico

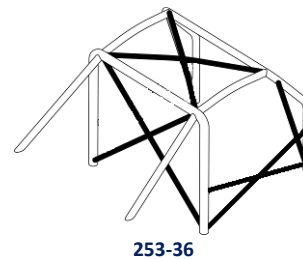
With co-driver	Without co-driver
Drawing 253-35	Drawing 253-36 or symmetrical

La estructura base puede variar conforme al Artículo 8.3.1. Las barras de las puertas y los refuerzos del techo pueden variar de conforme a los Artículos 253-8.3.2.1.2 y 253-8.3.2.1.3.

The base structure may vary according to Article 8.3.1. Doorbars and roof reinforcement may vary according to Articles 253-8.3.2.1.2 and 253-8.3.2.1.3.



253-35



253-36

8.3.2.4 Tirantes desmontables

Removable members

Si se usan tirantes desmontables en la construcción de una estructura de seguridad de acuerdo al presente reglamento, las conexiones desmontables utilizadas deben estar conformes con un tipo aprobado por la FIA (ver dibujos 253-37 a 253-47).

Should removable members be used in the construction of a safety cage in accordance with the present regulations, the dismantable joints used must comply with a type approved by the FIA (Drawings 253-37 to 253-47).

No podrán soldarse después de ensamblarse.

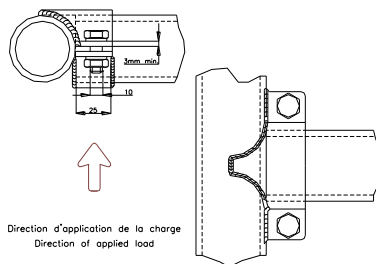
They must not be welded once assembled.

Los tornillos y las tuercas deben ser de una calidad ISO 8.8 o superior (norma ISO).

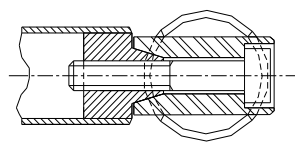
The screws and bolts must have a minimum quality of 8.8 (ISO standard).

Las conexiones desmontables que cumplan con los dibujos 253-37, 253-40, 253-43, 253-46 y 253-47 están reservadas solamente para fijar los tirantes y los refuerzos opcionales descritos en el artículo 253-8.3.2.2 y están prohibidas para unir las partes superiores del arco principal, del arco delantero, de los semiarcos laterales y de los arcos laterales.

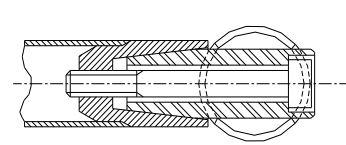
Dismountable joints complying with Drawings 253-37, 253-40, 253-43, 253-46 and 253-47 are solely for attaching optional members and reinforcements described by Article 253-8.3.2.2, and are forbidden for joining the upper parts of the main rollbar, of the front rollbar, of the lateral half-rollbars and of the lateral rollbars.



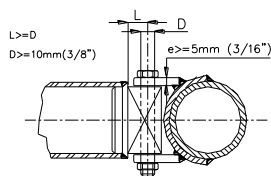
253-37



253-38

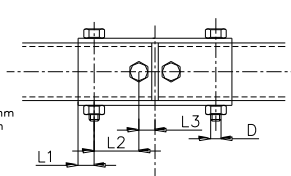


253-39



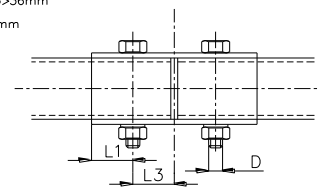
253-40

L1=L3>18mm
L2>=36mm
D=8mm

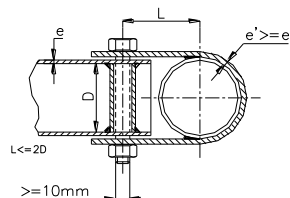


253-41

L1=L3>36mm
D=10mm

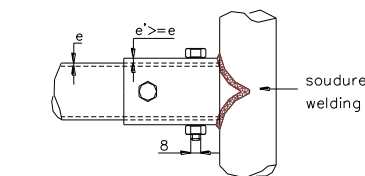


253-42

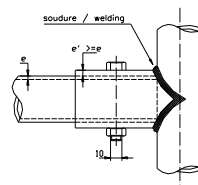


L doit être minimum
La largeur de la patte doit être d'au moins 25mm
L must be minimum
The clamp width must be at least 25mm

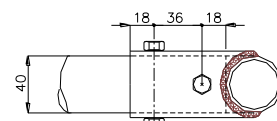
253-43



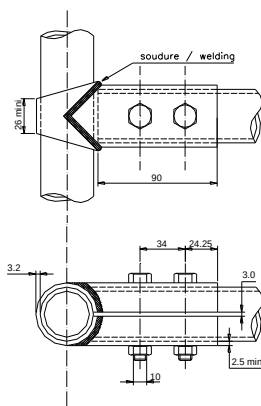
253-44



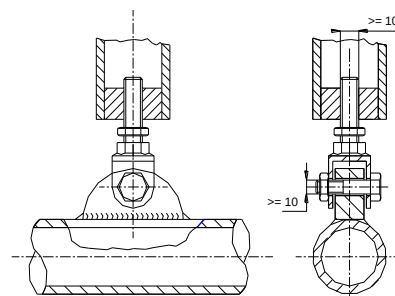
Dessin / Drawing N° 253-35



253-45



253-46



253-47

8.3.2.5 Restricciones de instalación

Longitudinalmente, la estructura de seguridad debe estar completamente contenida entre los anclajes de los elementos de las suspensiones delanteras y traseras que soportan las cargas verticales (muelles y amortiguadores).

Los refuerzos suplementarios que excedan estos límites se autorizan entre la estructura de seguridad y los puntos de anclaje de las barras estabilizadoras traseras en la carrocería/chasis.

Cada uno de esos puntos de anclaje puede ser conectado a la estructura de seguridad mediante un solo tubo de dimensiones de 30 x 1,5 mm.

En proyección frontal, los refuerzos de los ángulos y de las uniones de los ángulos superiores del arco delantero deben ser visibles únicamente a través de la superficie del parabrisas descrita en el Dibujo 253-48.

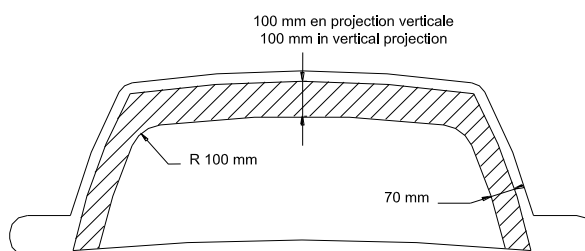
Installation constraints

Longitudinally, the safety cage must be entirely contained between the mounting points of the front and rear suspension elements carrying the vertical loads (springs and shock absorbers).

Supplementary reinforcements exceeding these limits are authorised between the safety cage and the anchorage points of the rear antiroll bars on the bodysell/chassis.

Each of these anchorage points may be connected to the safety cage by a single tube with dimensions of 30 x 1.5mm.

In frontal projection, reinforcements of bends and junctions of the upper corners of the front roll-cage must be only visible through the area of the windscreen described by Drawing 253-48.



Dimensiones desde los límites del area sombreada / Dimensions from the edge of the glazed area

253-48

Para coches de rallye y Rallycross con pasaporte técnico FIA elaborado a partir del 01.01.2018:

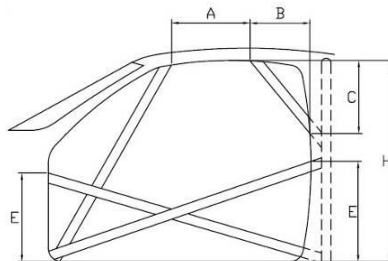
El aspecto de los refuerzos de la estructura en la abertura de la Puerta debe cumplir con las siguientes dimensiones en vista lateral (Dibujo 253-49):

- A mínimo 300 mm
- B máximo 250 mm
- C máximo 300 mm
- E < 0.5 x H

For rally cars and Rallycross cars with an FIA technical passport drawn up as from 01.01.2018:

The presence of the cage reinforcements in the door aperture must comply with the following dimensions in side view (Drawing 253-49):

- A minimum 300 mm
- B 250 mm maximum
- C 300 mm maximum
- E < 0.5 x H



253-49

8.3.2.6

Anclajes de la estructura de seguridad a la carrocería/chasis

El mínimo de puntos de anclaje es:

- 1 para cada montante del arco delantero
- 1 para cada montante de los arcos laterales o semiarcos laterales
- 1 para cada montante del arco principal
- 1 para cada tirante longitudinal trasero

Para conseguir un montaje óptimo sobre la carrocería, el guarnecido original puede ser modificado junto a la estructura de seguridad o sus puntos de anclaje, recortándolo o modificándolo localmente. Sin embargo, esta modificación no permite la eliminación completa de partes de la tapicería o guarnecido.

Donde sea necesario, la caja de fusibles puede ser trasladada para fijar la estructura de seguridad.

Puntos de anclaje del arco delantero, arco principal, arcos laterales o semiarcos laterales:

Cada pie de anclaje debe estar fijado por, al menos, 3 tornillos en una placa de refuerzo de, al menos, 3 mm de espesor y de, al menos, 120 cm² que estará soldada a la carrocería.

El área de 120 cm² debe ser la de contacto entre la placa de refuerzo y la carrocería.

Se muestran ejemplos en los dibujos 253-50 a 253-56.

Para el Dibujo 253-52 la placa de refuerzo no necesita estar soldada necesariamente a la carrocería.

En el caso del Dibujo 253-54, los laterales de los puntos de anclaje pueden estar cerrados con una placa soldada.

Los tornillos deben ser de, al menos, M8 de una calidad ISO 8.8 o mejor (norma ISO).

Las tuercas serán autoblocantes o dotadas de arandelas de bloqueo. El ángulo entre 2 tornillos (medido con respecto al eje central del tubo al nivel del pie de anclaje, véase el Dibujo 253-50) no debe ser inferior a 60 grados.

Puntos de anclaje de los tirantes traseros:

Cada tirante longitudinal trasero deberá fijarse con un mínimo de 2 tornillos M8 con las placas de refuerzo de un área de, al menos, 60 cm² (Dibujo 253-57), o fijadas por un solo tornillo a doble cizalladura, (Dibujo 253-58), bajo reserva de que sea de la sección y resistencia adecuadas y a condición de que se suelde un manguito al tirante.

Estas exigencias son las mínimas.

Como complemento podrán utilizarse fijaciones suplementarias, los pies de los arcos podrán soldarse a las placas de refuerzo, las estructuras (definidas por el Art. 253-8.3.1) podrán soldarse a la carrocería/chasis.

Caso especial:

Para carrocerías/chasis que no sean de acero, cualquier soldadura entre la estructura de seguridad y la carrocería/chasis está prohibida, solo se permite el pegado de la placa de refuerzo a la carrocería/chasis.

Mounting of safety cages to the bodyshell/chassis

Minimum mounting points are:

- 1 for each pillar of the front rollbar
- 1 for each pillar of the lateral rollbars or lateral half-rollbars
- 1 for each pillar of the main rollbar
- 1 for each backstay

To achieve an efficient mounting to the bodyshell, the original interior trim may be modified around the safety cages and their mountings by cutting it away or by distorting it.

However, this modification does not permit the removal of complete parts of upholstery or trim.

Where necessary, the fuse box may be moved to enable a safety cage to be fitted.

Mounting points of the front, main, lateral rollbars or lateral half-rollbars:

Each mounting foot must be attached by at least three bolts on a steel reinforcement plate at least 3 mm thick and of at least 120 cm² area which is welded to the bodyshell.

The area of 120 cm² must be the contact surface between the reinforcement plate and the bodyshell.

Examples according to Drawings 253-50 to 253-56.

For Drawing 253-52, the reinforcement plate need not necessarily be welded to the bodyshell.

In the case of Drawing 253-54, the sides of the mounting point may be closed with a welded plate.

Fixing bolts must have a minimum diameter of M8 and a minimum quality of 8.8 (ISO standard).

Fasteners must be self-locking or fitted with lock washers.

The angle between 2 bolts (measured from the tube axis at the level of the mounting foot cf. Drawing 253-50) must not be less than 60 degrees.

Mounting points of the backstays:

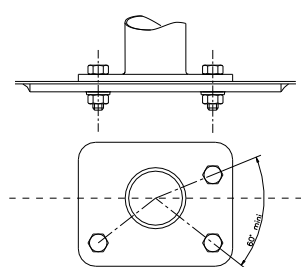
Each backstay must be secured by a minimum of 2 M8 bolts with mounting feet of at least 60 cm² area (Drawing 253-57), or secured by a single bolt in double shear (Drawing 253-58), provided it is of adequate section and strength and provided that a bush is welded into the backstay.

These are minimum requirements.

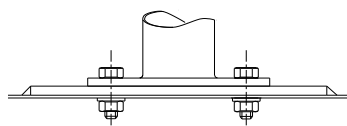
In addition, more fasteners may be used, the support plates of the mounting feet may be welded to reinforcement plates, the safety cage (as defined by Article 253-8.3.1) may be welded to the bodyshell/chassis.

Special case:

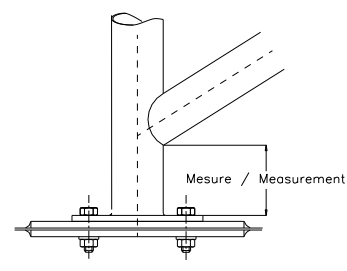
For non-steel bodyshells/chassis, any weld between the cage and the bodyshell/chassis is prohibited, only the bonding of the reinforcement plate on the bodyshell/chassis is permitted.



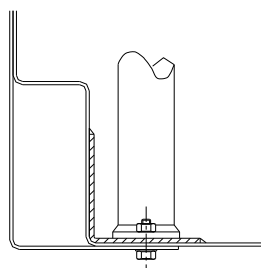
253-50



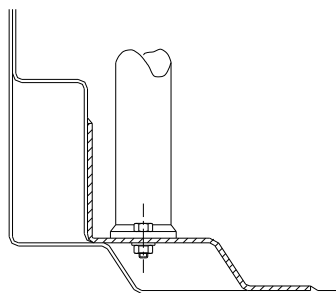
253-51



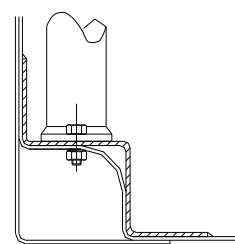
253-52



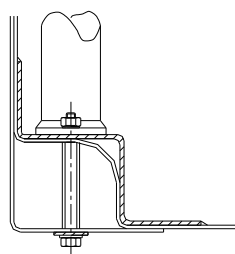
253-53



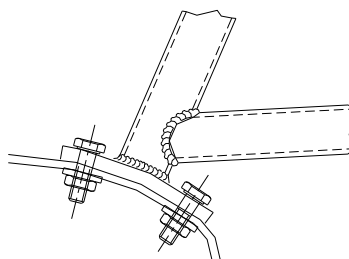
253-54



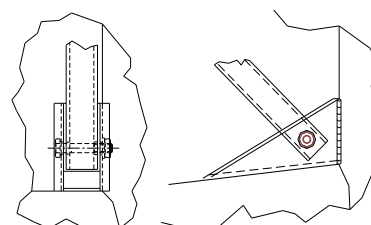
253-55



253-56



253-57



253-58

8.3.3

Especificaciones del Tubo

Tube specifications

Material Material	Resistencia mín. a la tracción Min. tensile strength	Dimensiones mínimas (mm) Minimum dimensions (mm)	Aplicación Use
Acero al carbono no aleado estirado en frío sin soldadura (ver a continuación) conteniendo un máximo de 0,3% de carbono <i>Cold drawn seamless unalloyed carbon steel (see below) containing a maximum of 0.3 % of carbon</i>	350 N/mm ²	45 x 2.5 (1.75"x0.095") o / or 50 x 2.0 (2.0"x0.083")	Arco principal (Dibujos 253-1 y 253-3) o Arcos laterales + Miembros transversales traseros (Dibujo 253-2) <i>Main rollbar (Drawings 253-1 and 253-3) or Lateral rollbars +Rear transverse member (Drawing 253-2)</i>
		38 x 2.5 (1.5"x0.095") o / or 40 x 2.0 (1.6"x0.083")	Semiarcos laterales y otras partes de la estructura de seguridad (a menos que se indique lo contrario en los artículos anteriores) <i>Lateral half-rollbars and other parts of the safety cage (unless otherwise indicated in the articles above)</i>

NOTA:

Para un acero no aleado, el contenido máximo de aditivos es de 1,7% para manganeso y de 0,6% para otros elementos.

NOTE:

For unalloyed steel, the maximum content of additives is 1.7 % for manganese and 0.6 % for other elements.

Al seleccionar el acero, debe prestarse atención a la obtención de buenas propiedades de elongación y adecuadas características de soldabilidad.

El curvado del tubo debe hacerse en frío con un radio de curvatura (medido en el eje del tubo) de, al menos, 3 veces el diámetro.

Si el tubo se ovaliza durante esta operación la relación entre el diámetro menor y mayor no será inferior a 0,9.

La superficie al nivel de los ángulos debe ser uniforme sin ondulaciones ni fisuras.

In selecting the steel, attention must be paid to obtaining good elongation properties and adequate weldability.

The tubing must be bent by a cold working process and the centreline bend radius must be at least 3 times the tube diameter.

If the tubing is ovalised during bending, the ratio of minor to major diameter must be 0.9 or greater.

The surface at the level of the bends must be smooth and even, without ripples or cracks.

8.3.4

Indicaciones para la soldadura

Deberán cubrir todo el perímetro del tubo.

Todas las soldaduras deben tener una total penetración y usando preferentemente soldadura en atmósfera de gas.

Cuando se usen aceros tratados térmicamente deben seguirse las instrucciones del fabricante (electrodos especiales, soldadura en atmósfera inerte).

Guidance on welding

These must be carried out along the whole perimeter of the tube.

All welds must be with full penetration and preferably using a gas-shielded arc.

When using heat-treated steel the special instructions of the manufacturers must be followed (special electrodes, gas protected welding).

8.4

Revestimiento protector

En los lugares donde los cuerpos de los ocupantes puedan entrar en contacto con la estructura de seguridad debe instalarse un revestimiento protector no inflamable.

Todos los tubos identificados en el Dibujo 253-68 y todos los refuerzos de techo deben tener instalado un revestimiento protector en conformidad con la Norma FIA 8857-2001 tipo A (ver Lista Técnica N°23).

Cada revestimiento debe estar fijado de tal manera que no se pueda mover del tubo.

Aplicación: Para todas las categorías.

Para competiciones sin copiloto, los revestimientos son solo obligatorios en el lado del piloto.

Protective padding

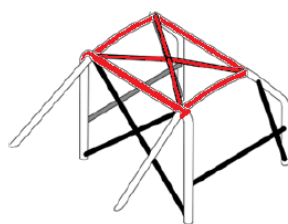
Where the occupants' bodies could come into contact with the safety cage, flame retardant padding must be provided for protection.

All tubes of the cage identified on Drawing 253-68 and all roof reinforcements must be fitted with paddings in compliance with FIA standard 8857-2001 type A (see Technical List n°23).

Each padding must be fixed in such a way that it is not moveable from the tube.

Application: For all categories.

For competitions without co-driver, paddings are compulsory on driver's side only.



253-68

ART. 9

VISIÓN HACIA ATRÁS

La visión hacia atrás debe estar asegurada por dos retrovisores exteriores (uno en el lado derecho y otro en el izquierdo). Esos retrovisores pueden ser los de serie.

Cada retrovisor debe tener al menos una superficie de cristal de espejo de 90 cm².

El retrovisor interior es opcional.

Aplicación: Grupos N, A, R, Súper 2000 Rallyes y WRC.

Un recorte sobre el cuerpo del retrovisor (máximo 25 cm² por retrovisor) se autoriza para ventilación del habitáculo.

Se puede modificar la puerta en el soporte del espejo retrovisor para hacer un recorte equivalente a 25cm² como máximo.

Aplicación: Sólo en rallyes, Grupos N, A, Súper 2000 Rallyes y WRC.

REAR VIEW

Rearward visibility must be ensured by two external rear-view mirrors (one on the right and one on the left). These rear-view mirrors may be as standard.

Each rear-view mirror must have a reflecting surface of at least 90 cm².

An inside rear-view mirror is optional.

Application: Groups N, A, R, Super 2000 Rallyes and WRC.

A cut-out (maximum surface 25 cm² per mirror) is authorised in the rear view mirror housing for cockpit ventilation.

The door may be modified at the mounting of the rear view mirror to make an equivalent cut-out of 25 cm² maximum.

Application: only in rallyes, Groups N, A, R, Super 2000 Rallyes and WRC.

ART. 10

ANILLA PARA REMOLQUE

Todos los vehículos deben estar equipados con una anilla de remolque delantera y otra trasera en todas las competiciones.

Este enganche solo se usará si el vehículo puede moverse libremente.

Debe ser fácilmente visible y estar pintada en amarillo, rojo o naranja.

TOWING-EYE

All cars must be equipped with a rear and front towing-eye for all competitions.

This towing-eye will only be used if the car can move freely.

It must be clearly visible and painted in yellow, red or orange.

ART. 11

LUNAS Y REDES

WINDOWS / NETS

11.1

Lunas

Windows

Todas las lunas deben estar certificadas para su uso en carretera, dando fe su marcado.

Para vehículos de 4 o 5 puertas, se puede colocar una pieza intermedia entre la parte superior de la ventana y la de la abertura en la puerta para la ventana, siempre que no tenga otra función que

The windows must be certified for road use, their marking standing as proof.

For cars with 4 or 5 doors, an intermediate part may be fitted between the upper part of the window and the upper part of the rear door window opening, provided that it has no function other than to

ventilar el habitáculo y que no sobresalga más allá del perímetro de la superficie exterior de la ventana.

El parabrisas será de vidrio laminado.

Se puede instalar una o varias láminas transparentes o tintadas (espesor máximo total de 400 micras) en la superficie externa, salvo que esté prohibido por el reglamento de tráfico del país por donde esté pasando la competición.

Se autoriza una banda parasol, a condición de que permita a los ocupantes ver las señales de tráfico (semáforos, señales...).

El uso de láminas tintadas y/o láminas de seguridad se autoriza en las ventanas laterales y en la luna trasera. En ese caso, deben permitir a una persona situada a 5m del vehículo ver al conductor así como el contenido del vehículo.

11.1.1

Sólo en rallies:

Es obligatorio el uso de láminas antidesfragmentación transparentes y sin color (espesor máximo: 100 micras) en las ventanillas laterales y techo solar, salvo si están hechos de policarbonato.

En las ventanillas laterales traseras y techo solar, se pueden usar láminas plateadas o tintadas (ver condiciones más abajo) es sustitución de las láminas antidesfragmentación transparentes y sin color.

El uso de láminas plateadas o tintadas se autoriza en las ventanillas traseras laterales, en la luna trasera y en el techo solar, bajo las siguientes condiciones:

- Las láminas plateadas o tintadas colocadas en las ventanas laterales traseras deben tener una apertura equivalente a la superficie de un círculo de 70 mm de diámetro para que se pueda ver desde el exterior tanto al piloto como el contenido del vehículo.
- Esta autorización debe mencionarse en el reglamento particular de la competición.

11.2

Redes

Para competiciones de circuito, el uso de redes fijadas a la estructura de seguridad es obligatorio.

Estas redes deben tener las siguientes características:

- Anchura mínima de las bandas: 19 mm.
- Tamaño mínimo de las aberturas: 25 x 25 mm
- Tamaño máximo de las aberturas: 60 x 60 mm

y deben recubrir la abertura de la ventanilla hasta el centro del volante.

ventilate the cockpit and that it does not protrude beyond the exterior surface of the window.

The windscreen must be made of laminated glass.

It may be fitted with one or several transparent and colourless films (maximum total thickness of 400 microns) on its outer surface, unless this is forbidden by the traffic regulations of the country(ies) through which the competition is run.

A sun strip for the windscreen is authorised, on condition that it allows the occupants to see the road signs (traffic lights, traffic signs...).

The use of tinted glass and/or safety film is permitted in side and rear windows. In such cases it must be possible for a person situated 5 m from the car to see the driver as well as the contents of the car.

In rallies only:

The use of transparent and colourless anti-shatter films (maximum thickness : 100 microns) is compulsory on side and sunroof windows, unless they are in polycarbonate.

Rear side and sunroof windows may use silvered or tinted films (see conditions below) in replacement of transparent and colourless anti-shatter films.

The use of silvered or tinted films is authorised, on the rear side windows, on the rear window and on the sunroof, on the following conditions:

- Silvered or tinted films fitted on rear side windows must have an opening equivalent to the surface of a circle of 70 mm in diameter so that the driver as well as the contents of the car may be seen from the outside.
- This authorisation must be mentioned in the supplementary regulations of the competition.

Nets

For competitions on circuits, the use of nets affixed to the safety cage is mandatory.

These nets must have the following characteristics:

- Minimum width of the strips: 19 mm
- Minimum size of the meshes: 25 x 25 mm
- Maximum size of the meshes: 60 x 60 mm.

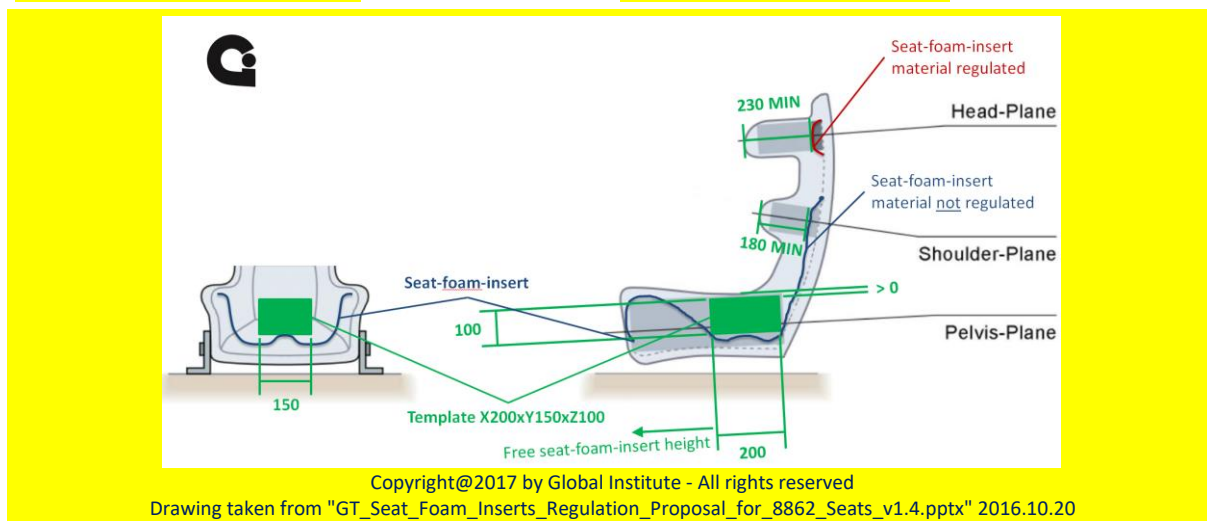
and must close up the window opening to the centre of the steering wheel.

ART. 12	FIJACIONES DE SEGURIDAD DEL PARABRISAS	SAFETY FIXING DEVICES FOR WINDSCREEN
	Estos elementos pueden usarse libremente. <u>Aplicación:</u> Grupos N, A.	Such devices may be used freely. <u>Application:</u> Groups N, A.
ART. 13	CORTACORRIENTES	GENERAL CIRCUIT BREAKER
	El cortacorrientes general debe cortar todos los circuitos eléctricos (batería, alternador o dinamo, luces, claxon, encendido, controles eléctricos, etc.), y debe parar el motor. Para motores diesel que no tengan inyectores controlados electrónicamente, el cortacorrientes debe estar conectado a un dispositivo que interrumpa la admisión del motor. Debe ser un modelo antideflagrante y debe ser accesible desde el interior y desde el exterior del vehículo. En el exterior, el sistema de accionamiento del cortacorrientes debe estar situado, obligatoriamente, en la parte inferior de uno de los montantes del parabrisas en los vehículos cerrados. Debe estar marcado por un rayo rojo en un triángulo azul con el borde blanco y una base de, al menos, 12 cm. Este accionamiento exterior solo afecta a vehículos cerrados. <u>Aplicación:</u> Instalación obligatoria para todos los vehículos que participen en carreras de velocidad en circuito, rallies o montaña. Montaje recomendado para otras competiciones.	The general circuit breaker must cut all electrical circuits, battery, alternator or dynamo, lights, hooters, ignition, electrical controls, etc.) and must also stop the engine. For Diesel engines having no electronically controlled injectors, the circuit breaker must be coupled with a device cutting off the intake into the engine. It must be a spark-proof model, and must be accessible from inside and outside the car. As for the outside, the triggering system of the circuit breaker must compulsorily be situated at the lower part of the windscreen mountings for closed cars. It must be marked by a red spark in a white-edged blue triangle with a base of at least 12 cm. This outside triggering system only concerns closed cars. <u>Application:</u> Compulsory fitting for all cars taking part in speed races on circuits, in rallies or hill-climbs. The fitting is recommended for other competitions.
ART. 14	DEPÓSITOS DE SEGURIDAD APROBADOS POR LA FIA	FIA APPROVED SAFETY FUEL TANKS
14.1	Especificaciones FT3 1999, FT3.5 o FT5	Specifications FT3-1999, FT3.5- or FT5-1999
	Estas especificaciones son las únicas aceptadas por la FIA. Las especificaciones técnicas para estos depósitos están disponibles, bajo petición, en la FIA.	Only these specifications are accepted by the FIA. The technical specifications for these tanks are available, on request, from the FIA.

14.1.1	Etiquetado y validez de los depósitos	Marking and validity of tanks
	<u>Cada depósito debe tener una etiqueta con la siguiente información:</u> • Nombre de la Norma FIA • Número de Homologación FIA • Nombre del fabricante • Número de serie • Fecha de fin de validez No puede utilizarse ningún depósito más de 5 años después de su fecha de fabricación, excepto si es inspeccionado y revalidado por el fabricante durante un período de hasta otros dos años. Se debe instalar una carcasa a prueba de fugas, hecha de material no inflamable, fácilmente accesible y desmontable únicamente mediante el uso de herramientas en el protector de los depósitos, para permitir la verificación de la fecha de caducidad.	<u>Each tank must have a marking with the following information :</u> • Name of the FIA standard • FIA homologation number • Name of the manufacturer • Serial number • Date of end of validity No bladder may be used more than 5 years after the date of manufacture, unless inspected and recertified by the manufacturer for a period of up to another two years. A leak-proof cover, made from non-flammable material, easily accessible and removable only with the use of tools, must be installed in the protection for tanks, in order to allow the checking of the validity expiry date.
14.1.2	Aplicación de estas especificaciones • <u>Vehículos de Grupo N y Grupo A:</u> Deberán estar equipados con un depósito de seguridad FT3-1999, FT3.5-1999 o FT5-1999 si las modificaciones exigidas en el vehículo no sobrepasan aquellas permitidas por los Artículos 254 y 255. • <u>Vehículos de otros Grupos:</u> Ver el reglamento técnico del Grupo en cuestión. • <u>Para todos los vehículos:</u> Se recomienda la utilización de espuma de seguridad en los depósitos FT3 1999, FT3.5 ó FT5.	Applications of these specifications • <u>Group N and Group A cars :</u> They must be equipped with an FT3-1999, FT3.5-1999 or FT5-1999 safety fuel tank if the modifications necessary do not exceed those allowed by Articles 254 and 255. • <u>Cars of other Groups :</u> See the technical regulations of the Group concerned. • <u>For all cars :</u> The use of safety foam in FT3-1999, FT3.5-1999 or FT5-1999 tanks is recommended.
14.2	Depósitos de combustible con cuellos de llenado, grupos A y N Todos los vehículos equipados con un depósito de combustible con un cuello de llenado que pase por el habitáculo, deben estar equipados con una válvula de no retorno homologada por la FIA. Esta válvula, del tipo de "una o dos compuertas", debe instalarse en el cuello de llenado por el lado del depósito. El cuello de llenado, se define como el elemento usado para conducir el combustible desde el orificio de llenado del vehículo hasta el interior del depósito.	Fuel tanks with filler necks, Groups A and N All cars fitted with a fuel tank with filler neck passing through the cockpit must be equipped with a non-return valve homologated by the FIA. This valve, of the type "with one or two flaps", must be installed in the filler neck on the tank side." The filler neck is defined as being the means used to connect the fuel filler hole of the vehicle to the fuel tank itself.
ART. 15	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Debe colocarse una mampara de protección eficaz entre el motor y los asientos de los ocupantes, con el fin de evitar el paso directo de las llamas en caso de incendio. Si esta pantalla estuviera constituida por los asientos traseros, es recomendable recubrirlos con un material ignífugo.	PROTECTION AGAINST FIRE An efficient protective screen must be placed between the engine and the occupant's seat, in order to prevent the direct passage of flames in case of fire. Should this screen be formed by the rear seats, it is advisable to cover them with a flameproof coating.
ART. 16	ASIENTOS, PUNTOS DE ANCLAJE Y SOPORTES 1. Asientos <u>Todos</u> los asientos de los ocupantes deben ser homologados por la FIA (norma 8855-1999 o 8862-2009), y sin <u>modificar</u>. <u>Asientos de acuerdo a la norma FIA 8855-1999</u> El asiento se debe usar en conformidad con las instrucciones del fabricante del asiento y con las Lista Técnica nº12 El límite de uso es de 5 años a partir de la fecha de fabricación indicada en la etiqueta obligatoria. Una extensión de otros 2 años puede ser autorizada por el fabricante y debe ser indicada por una etiqueta adicional. <u>Si se coloca un cojín entre el asiento y el ocupante, el espesor máximo de este cojín será de 50 mm.</u> <u>Asientos de acuerdo a la norma FIA 8862-2009</u> El asiento se debe usar en conformidad con las instrucciones del fabricante del asiento y con las Lista Técnica nº40 El límite de uso es de 10 años a partir del año de fabricación. El uso de soportes homologados con el asiento es obligatorio. Solo en Rallyes <u>hasta el 31.12.2020</u>, los asientos se puede usar con los soportes homologados en variante opción por el fabricante del coche . <u>Si se usa un inserto acolchado entre el asiento homologado y el piloto, se deberá garantizar la protección mínima lateral a la Cabeza del piloto, los hombros y la pelvis de la siguiente forma:</u>	SEATS, ANCHORAGE POINTS AND SUPPORTS Seats <u>All</u> the occupants' seats must be homologated by the FIA (8855-1999 or 8862-2009 standards), and not <u>modified</u>. <u>Seats in compliance with 8855-1999 FIA standard</u> The seat must be used in accordance with the seat manufacturer's instructions and with Technical List nº12. The limit for use is 5 years from the date of manufacture indicated on the mandatory label. An extension of 2 further years may be authorised by the manufacturer and must be indicated by an additional label. <u>If there is a cushion between the homologated seat and the occupant, the maximum thickness of this cushion is 50 mm.</u> <u>Seats in compliance with 8862-2009 FIA standard</u> The seat must be used in accordance with the seat manufacturer's instructions and with Technical List nº40. The limit for use is 10 years from the year of manufacture. The use of supports homologated with the seat is compulsory. For Rallyes only <u>until 31.12.2020</u>, seats may be used with supports homologated by the car manufacturers in option variant. <u>If a foam insert is used between the homologated seat and the driver, minimum lateral support to the driver's head, shoulders and pelvis must be guaranteed as follows :</u>

- Min 230mm en el soporte del asiento a la altura de la cabeza a lo largo del plano de la cabeza.
 - Min 180mm en el soporte del asiento a la altura del hombro a lo largo del plano del hombro.
 - Min 100mm en el soporte del asiento a la altura de la pelvis a lo largo del plano de la pelvis en una distancia de min 200mm.
- Este requisito deberá verificarse con una plantilla paralelepípeda de dimensiones: X 200 x Y 150 x Z 100 mm.

- 230mm min. at seat-side-head support along the head-plane.
 - 180mm min. at seat-side-shoulder support along the shoulder-plane.
 - 100mm min. in height at seat-side-pelvis support along the pelvis-plane over a length of 200mm min.
- This requirement must be verified using a parallelepiped template of dimensions X 200 x Y 150 x Z 100 mm.



2. Anclajes para fijación de soportes de asiento

Si se cambian las fijaciones o los soportes de origen, las nuevas piezas deben estar aprobadas por el fabricante del asiento para esa aplicación, o bien, cumplir con las siguientes especificaciones mencionadas a continuación:

Los soportes de los asientos deben fijarse a los de fijación de los asientos por medio de 4 puntos de montaje por asiento, usando tornillos de la menos 8 mm de diámetro y en conformidad con las indicaciones mencionadas en la Lista Técnica aplicable (consult: "soportes a usar" o "anclajes a usar")

El soporte de los asientos debe estar fijado:

- Sobre los puntos de anclaje para la fijación de los asientos utilizados en el vehículo de origen.
 - Directamente sobre el chasis/carrocería de acuerdo al Dibujo 253-65.
- El área de contacto mínima entre el soporte, chasis/carrocería y contraplaca es 40 cm² por cada fijación.
- Sobre los anclajes para la fijación de los asientos conforme al Dibujo 253-65B.
 - Sobre los anclajes homologados por el constructor en el kit de la Variante Opción (en este caso los anclajes de origen podrán ser suprimidos).

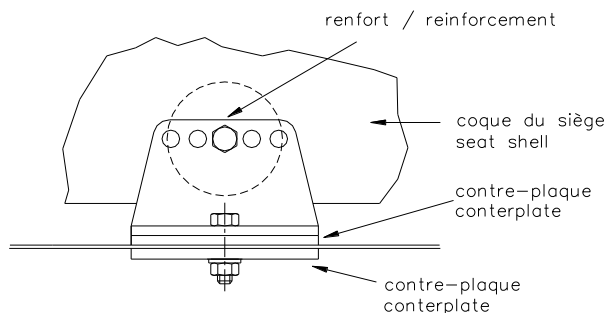
Anchorage points for fixing the seat supports

If the original seat attachments or supports are changed, the new parts must either be approved for that application by the seat manufacturer or must comply with the specifications mentioned below :

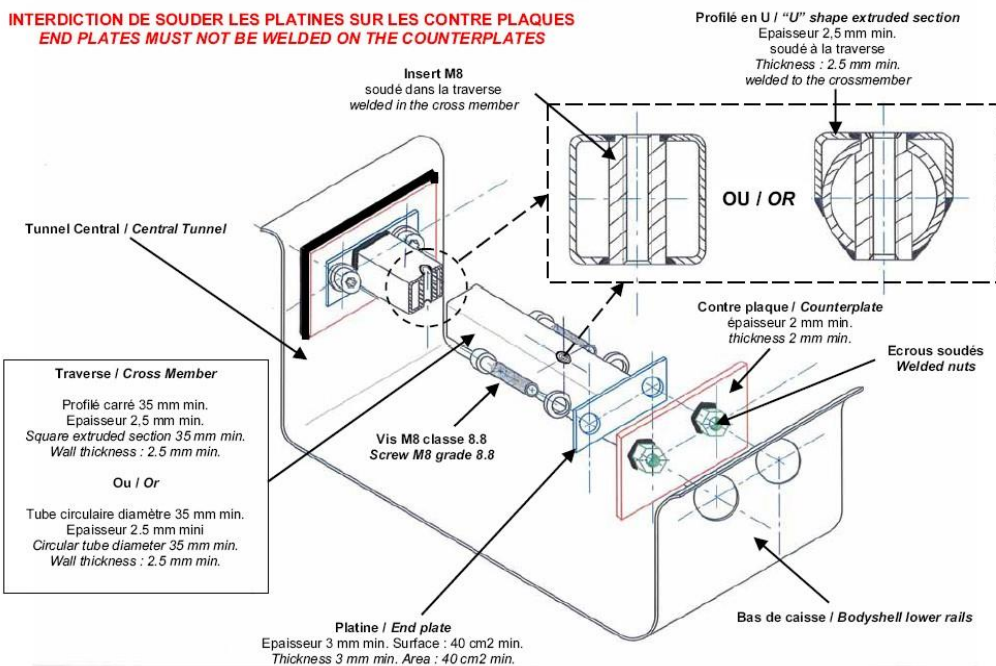
The seat supports must be fixed to the anchorage points for fixing seats via at least 4 mounting points per seat, using bolts measuring at least 8mm in diameter and in accordance with the indications mentioned on the applicable Technical List (cf. "supports to be used" or "brackets to be used").

The seat supports must be fixed either :

- On the anchorage points for fixing seats used on the original car.
 - Directly onto the shell/chassis according to Drawing 253-65.
- The minimum area of contact between support, shell/chassis and counterplate is 40 cm² for each mounting point.
- On anchorage points for fixing seats in conformity with Drawing 253-65B.
 - On the anchorage points for fixing seats homologated by the manufacturer as an Option Variant (in which case the original anchorage points may be removed)



253-65



INSTRUCCIONES DE MONTAJE

- 1- Taladrar orificios (diámetro superior en el perímetro de las tuercas) en la base de la caja y la pared del túnel central.
 - 2- Soldar las tuercas en las contraplacas y, a continuación, soldarlas a la base de la caja y la pared del túnel central.
 - 3- Soldar los 2 insertos roscados en el travesaño y, a continuación, soldar las 2 pletinas en los extremos del mismo.
 - 4- Fijar el conjunto mediante los 4 tornillos M8 clase 8.8 que se atornillarán en las tuercas soldadas.
3. Si se utilizan sistemas de liberación rápida, estos deben ser capaces de resistir fuerzas verticales y horizontales de 18.000 N, no aplicadas de forma simultánea.
Si se usan raíles para el reglaje del asiento, deben ser los suministrados originalmente con el vehículo homologado o con el asiento.

4. Fijación de los soportes del asiento al asiento

La fijación entre el asiento y los soportes debe estar compuesta de cuatro sujeciones, 2 delanteras y 2 en la parte trasera del asiento, usando tornillos de un diámetro mínimo de 8 mm y refuerzos integrados en el asiento.
Cada sujeción deberá poder resistir una carga de 15.000 N aplicada en cualquier dirección.

5. Dimensiones de los soportes y las contraplacas

El espesor mínimo de los soportes y de las contraplacas es de 3 mm para el acero y 5 mm para materiales de aleación ligera.
La dimensión longitudinal mínima de cada soporte es de 6 cm.

FITTING INSTRUCTIONS

- 1- Drill holes (larger than nut outer diameter) in the bodysell lower rail and in central tunnel wall.
- 2- Weld the nuts on the counterplates, then weld these on the bodysell lower rail on the central tunnel wall.
- 3- Weld the 2 threaded inserts in the cross member, then weld the endplates at each end of the cross member.
- 4- Fix the assembly through 4 M8screws of grade 8.8 which are screwed in the welded nuts.

If quick release systems are used, they must capable of withstanding vertical and horizontal forces of 18000 N, applied non-simultaneously.

If rails for adjusting the seat are used, they must be those originally supplied with the homologated car or with the seat.

Fixing of the seat supports to the seat

The seat must be attached to the supports via 4 mounting points, 2 at the front and 2 at the rear of the seat, using bolts with a minimum diameter of 8 mm and reinforcements integrated into the seat.

Each mounting point must be capable of withstanding a force of 15000 N applied in any direction.

Dimensions of supports and counterplates

The minimum thickness of the supports and counterplates is 3 mm for steel and 5 mm for light alloy materials.
The minimum longitudinal dimension of each support is 6 cm.

ART. 17 VÁLVULAS DE SOBREPRESIÓN

Las válvulas de control de presión en las ruedas están prohibidas.

PRESSURE CONTROL VALVES

Pressure control valves on the wheels are forbidden.

ART. 18 EXIGENCES SPECIFIQUES AUX VEHICULES A PROPULSION ELECTRIQUE

SPECIFIC REQUIREMENTS FOR ELECTRICALLY-POWERED VEHICLES

18.1 Sécurité électrique générale

General electrical safety

- a. Il faudra s'assurer qu'une unique défaillance du système électrique ou hybride ne peut être la cause d'un choc électrique mettant en danger la vie de toute personne et que les composants utilisés ne peuvent pas causer de blessures quelles que soient les circonstances et conditions (pluie, etc.), ni lors d'une utilisation normale ni dans le cas de mauvais fonctionnements prévisibles.
- b. Le matériel utilisé pour la protection des personnes ou des objets doit remplir sa fonction de façon sûre pendant une période de temps appropriée.

It must be ensured that a single point of failure of the electric or hybrid electric system cannot cause an electric shock hazardous to the life of any person and that the components used cannot cause injury under any circumstances or conditions (rain, etc.), whether during normal operation or in unforeseeable cases of malfunction.

The components used for protecting persons or objects must reliably fulfil their purpose for an appropriate length of time.

- c. Il ne doit pas y avoir de pièces conductrices actives apparentes dans le système de classe de tension B (Annexe J – Article 251.3.1.10). There must not be any exposed live conductive parts in the voltage class B (Appendix J – Article 251.3.1.10) system.
- d. La protection en cas de contact direct doit être assurée par l'un et/ou l'autre des moyens suivants (norme ISO/DIS 6469-3.2:2010):
- isolation principale des pièces sous tension (2.15) ;
- barrières/enveloppes empêchant l'accès aux pièces sous tension. Les barrières/enveloppes peuvent être conductrices ou non-conductrices. Protection against direct contact shall be provided by one or both of the following (from ISO/DIS 6469-3.2:2010):
- basic insulation of the live parts (2.15);
- barriers/enclosures, preventing access to the live parts. The barriers/enclosures may be electrically conductive or non-conductive.
- e. Dans les cas où la tension du circuit électrique appartient à la classe de tension B (2.9), un symbole avertisseur "Haute Tension" (voir see Figure 1) doit apparaître sur les gaines protectrices de tout l'équipement électrique pouvant être sous haute tension, ou dans leur voisinage. Ce symbole doit représenter une étincelle noire dans un triangle jaune bordé de noir, conformément à la norme ISO 7010. Les côtés du triangle devraient mesurer au moins 12 cm mais peuvent être réduits si ce dernier doit figurer sur des composants de petite taille. In cases where the voltage of the Power Circuit belongs to voltage class B (2.9), symbols warning of "High Voltage" (see Figure 1) must be displayed on or near the protective covers of all electrical equipment that can run at high voltage. The symbol background shall be yellow and the bordering and the arrow shall be black, in accordance with ISO 7010. Each side of the triangle should measure at least 12 cm, but may be reduced to fit onto small components.



Dessin 1 / Figure 1

Signalisation des composants et circuits de classe de tension B / Marking of voltage class B components and circuits

- f. Tous les véhicules électriques et électriques hybrides doivent se conformer aux règlements des autorités nationales du pays dans lequel court le véhicule en ce qui concerne la standardisation et le contrôle des installations électriques. La sécurité électrique des véhicules de course électriques et électriques hybrides doit être conforme aux normes les plus élevées appliquées aux voitures routières, comme critère minimal exigé. All electric and hybrid electric vehicles must comply with the requirements of the national authorities in the country in which the vehicle races in respect of the standardisation and control of electrical installations. The electrical safety for electric and hybrid electric racing vehicles must use the highest standards for road going cars as a minimum electrical safety standard.

18.2 Protection des câbles, canalisations, connecteurs, interrupteurs, équipements électriques

Protection of cables, lines, connectors, switches, electrical equipment

- a. Les câbles et l'équipement électriques doivent être protégés contre tout risque de détérioration mécanique (pierres, corrosion, panne mécanique, etc.) et contre tout risque d'incendie s'ils sont fixés à l'intérieur de la carrosserie. Electrical cables and electrical equipment must be protected against any risk of mechanical damage (stones, corrosion, mechanical failure, etc.) as well as any risk of fire and electrical shock.
- b. Les composants et câblages de classe de tension B doivent être conformes aux sections applicables de la norme CEI 60664 en termes de distance d'isolement dans l'air, de ligne de fuite électrique (Annexe J – Article 251.3.1.13) et d'isolation solide ou respecter la tension de tenue conformément au test de tension de tenue indiqué dans la norme ISO/DIS 6469-3.2:2010. The voltage class B components and wiring shall comply with the applicable sections of IEC 60664 on clearances, creepage distances (Appendix J – Article 251.3.1.13) and solid insulation; or meet the withstand voltage capability according to the withstand voltage test given in ISO/DIS 6469-3.2:2010.
- c. Une fiche mâle ne doit physiquement pouvoir s'emboîter qu'avec la prise femelle appropriée parmi les prises disponibles. A plug must physically only be able to mate with the correct socket of any sockets within reach.

18.3 Protection contre la poussière et l'eau

Protection against dust and water

Toutes les parties de l'équipement électrique doivent être protégées en utilisant une protection de classe IP (voir par ex. ISO 20653) spécifiée dans la classe de véhicules concernée figurant à l'Annexe J. Cependant, une protection de type IP55 doit être utilisée (complètement à l'épreuve de la poussière et des éclaboussures). All parts of the electrical equipment must be protected using an IP class (see e.g. ISO 20653) specified in the respective Appendix J vehicle Class. However, IP 55 type protection must be used as a minimum (fully dust-proof and proof against streaming water).

18.4 Système de stockage d'énergie rechargeable (RESS)

Rechargeable Energy Storage System (RESS)

18.4.1 Conception et installation

Design and installation

- a. Chaque Groupe répertorié à l'Art. 251 de l'Annexe J, Catégorie I ou Catégorie II utilisant une propulsion électrique, doit spécifier, dans l'article correspondant de l'Annexe J, le poids maximum et/ou le contenu énergétique du RESS. Each Group listed in Art. 251 of Appendix J, Category I or Category II using an electric drive train must individually specify, in the respective Appendix J, the maximum weight and/or energy content of the RESS.
- b. Le RESS devrait être logé à l'intérieur de la cellule de survie du véhicule. Si le RESS n'est pas logé à l'intérieur de la cellule de survie, son emplacement et son montage doivent être conformes aux réglementations en matière de crash-tests et doivent être approuvés par la FIA. The RESS should be housed within the survival cell of the vehicle. If the RESS is not housed in the survival cell the location and mounting must fulfil crash test requirements and must be approved by the FIA.

- | | |
|---|---|
| <p>c. Un crash-test avec un RESS factice est obligatoire. Ce dernier doit avoir un poids et une rigidité identiques à ceux du RESS original. Il doit inclure tous les composants excepté les éléments de batterie, qui doivent être remplacés par des éléments factices de la même taille et de la même densité que les éléments.</p> | <p>A crash test with a dummy RESS is mandatory. The dummy must have an identical weight and stiffness as the original RESS. It should include all components except the cells, which must be replaced with a dummy of the same size and density as the cells.</p> |
| <p>d. Le constructeur du véhicule doit prouver, par quelque moyen que ce soit, que le RESS installé dans le véhicule a été conçu de sorte que même en cas d'accident:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la sécurité mécanique et électrique du RESS est garantie et que • ni le RESS ni la fixation elle-même ou ses points d'ancrage ne peuvent se détacher. | <p>The vehicle manufacturer must prove, by whatever means, that the RESS installed in the vehicle has been designed in such a way that even when subjected to a crash:</p> <ul style="list-style-type: none"> • the mechanical and electrical safety of the RESS is secured; and • neither the RESS nor the fastening device itself nor its anchorage points can come loose. |
| <p>e. Les conditions du crash-test sont définies dans la classe respective et par le Département Sécurité de la FIA.</p> | <p>Crash test standards are defined in the respective class and by the FIA Safety Department.</p> |
| <p>f. Le(s) compartiment(s) du RESS doit(vent) être conçu(s) de manière à éviter les courts-circuits des pièces conductrices, en cas de déformation d'un composant ou d'un compartiment du RESS ; tout risque de pénétration de liquides dangereux dans l'habitacle doit être éliminé. Ce(s) compartiment(s) doit(vent) entourer complètement le RESS à l'exception des ouvertures de ventilation donnant vers l'extérieur et doit(vent) être constitué(s) d'un matériau résistant au feu (M1 ; Euroclasse A2s1d1), robuste et étanche aux fluides du RESS.</p> | <p>The RESS compartment(s) must be designed to prevent short circuits of the conductive parts, in the event of a RESS compartment or component deformation; and any risk of harmful liquids entering the cockpit must be eliminated. This compartment must completely surround the RESS with the exception of ventilation openings connected to the outside, and it must be made of a fire-resistant (M1 ; A2s1d1 euroclass), robust and RESS fluid-tight material.</p> |
| <p>g. Tout compartiment du RESS doit empêcher à l'intérieur la formation d'une concentration gaz/air ou poussière/air inflammable. Un système d'évent doit être présent pour évacuer la quantité de gaz pouvant être produite par 3 éléments de batterie en 10 s durant l'emballement thermique (données communiquées par le fournisseur d'éléments). Les gaz doivent être évacués à l'arrière de la voiture.</p> | <p>Any RESS compartment(s) must prevent the build-up of an ignitable gas/air or dust/air concentration inside the compartment(s). Venting system must be present to evacuate the quantity of gas that can be spread by 3 cells in 10s during thermal runaway (data given by the cells supplier). Gas must be evacuated at the rear of the car.</p> |
| <p>h. Le RESS doit pouvoir être isolé manuellement du circuit électrique par au moins deux systèmes indépendants (par ex. relais, détonateurs, contacteurs, disjoncteur manuel, etc.). Il doit y avoir au moins un système manuel et un système automatique (contrôlé par BMS, ECU,...).</p> | <p>The RESS must be capable of being isolated from the Power Circuit by at least two independent systems (e.g. relays, detonators, contactors, a manually operated Service Switch, etc.). There must be at least one manually operated system and one automatic system (control by BMS, ECU,...).</p> |
| <p>i. Le RESS doit comprendre deux systèmes indépendants pour éviter la surtension.</p> | <p>The RESS must include two independent systems to prevent overcurrent.</p> |
| <p>j. Toutes les pièces conductrices apparentes du RESS et des câblages doivent avoir une double isolation.</p> | <p>All accessible conductive parts of the RESS and of the wiring must have double isolation.</p> |
| <p>k. Sur chaque compartiment du circuit électrique devra apparaître le symbole avertisseur de "Haute Tension" (voir Article 18.1e).</p> | <p>On each compartment belonging to the Power Circuit the symbols warning of "High Voltage" must be displayed (see Article 18.1e).</p> |
| <p>l. L'isolation des câbles doit avoir une température de service comprise entre -20 °C et +150 °C.</p> | <p>Cable insulation must have a service temperature rating of at least -20 °C to +150 °C.</p> |

18.4.2 Distance d'isolement dans l'air et ligne de fuite électrique

Cette disposition extraite de la norme ISO 6469-1:2009 porte sur le danger supplémentaire de courant de fuite entre les bornes de connexion d'un RESS, y compris tout raccord conducteur lié à ces dernières et toute pièce conductrice (Annexe J – Article 251.3.1.17), en raison du risque de fuite de l'électrolyte ou du diélectrique dans des conditions normales de fonctionnement (voir Figure 2).

Cette disposition ne s'applique pas aux tensions de service maximales (Annexe J – Article 251.3.1.9) du circuit (Annexe J – Article 251.3.1.14) inférieures à 60 V DC.

En l'absence de risque de fuite de l'électrolyte, le RESS doit être conçu conformément à la norme CEI 60664-1. Le degré de pollution devrait être adapté à la plage d'application.

En cas de risque de fuite de l'électrolyte, il est recommandé que la ligne de fuite électrique (2.12) soit comme suit (voir Figure 2):

- a. Dans le cas d'une ligne de fuite électrique entre deux bornes de connexion du RESS:
- $d > 0.25 U + 5$, où:
- d est la ligne de fuite électrique mesurée sur le RESS soumis à l'essai, en millimètres (mm) ;
- U est la tension de service maximale entre les deux bornes de connexion du RESS, en volts (V).

Clearance and creepage distance

This sub-clause taken from ISO 6469-1:2009 deals with the additional leakage-current hazard between the connection terminals of a RESS, including any conductive fittings attached to them and any conductive parts (Appendix J – Article 251.3.1.17), due to the risk of electrolyte or dielectric medium spillage from leakage under normal operating conditions (see Figure 2).

This sub-clause does not apply to maximum working voltages (Appendix J – Article 251.3.1.9) of the Power Circuit (Appendix J – Article 251.3.1.14) lower than 60 V DC.

If electrolyte leakage cannot occur, the RESS must be designed according to IEC 60664-1. The pollution degree shall be suitable for the range of application.

If electrolyte leakage could occur, it is recommended that the creepage distance (2.12) be as follows (see Figure 2):

- In the case of a creepage distance between two RESS connection terminals:
- $d > 0.25 U + 5$, where:
- d is the creepage distance measured on the tested RESS, in millimetres (mm);
- U is the maximum working voltage between the two RESS connection terminals, in volts (V).

- b. Dans le cas d'une ligne de fuite électrique entre des pièces sous tension (Annexe J – Article 251.3.1.16) et la terre du châssis électrique (Annexe J – Article 251.3.1.15):

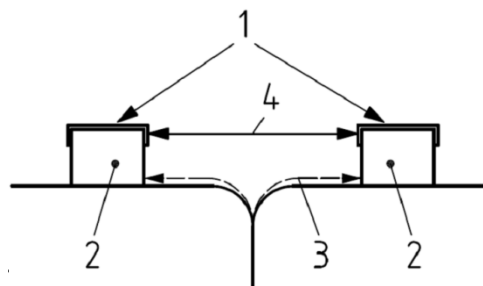
d $0.125 U + 5$, où:

d est la ligne de fuite électrique entre les pièces sous tension et le châssis électrique, en millimètres (mm); U est la tension de service maximale entre les deux bornes de connexion du RESS, en volts (V). La distance d'isolement dans l'air (Annexe J – Article 251.3.1.12) entre les surfaces conductrices doit être d'au moins 2.5 mm.

In the case of a creepage distance between live parts (Appendix J – Article 251.3.1.16) and the electric chassis ground (Appendix J – Article 251.3.1.15):

d $0.125 U + 5$, where:

d is the creepage distance between the live part and the electric chassis, in millimetres (mm); U is the maximum working voltage between the two RESS connection terminals, in volts (V). The clearance (Appendix J – Article 251.3.1.12) between conductive surfaces shall be a minimum of 2.5 mm.



Dessin 2 / Figure 2

Distance d'isolement dans l'air et ligne de fuite électrique

- 1 Surface conductrice
- 2 Borne de connexion (ensemble RESS ou RESS)
- 3 Ligne de fuite électrique
- 4 Distance d'isolement dans l'air

Creepage distance and clearance

- 1 Conductive surface
- 2 Connector terminal (RESS pack or RESS)
- 3 Creepage distance
- 4 Clearance

18.4.3 Montage des batteries et ultra (super) condensateurs

Les éléments de batterie et les condensateurs doivent être correctement montés, afin de pouvoir résister à un crash-test sans subir de déformation mécanique majeure entraînant une défaillance de l'élément.

Mounting of Batteries and Ultra (Super) Capacitors

Cells and capacitors have to be mounted properly, in order to withstand a crash test without major mechanical deformation resulting in cell failure.

18.4.4 Dispositions spécifiques aux batteries

Les éléments de batterie doivent être certifiés conformes aux normes de transport de l'ONU qui sont les exigences minimales en termes de sécurité incendie et toxicité.

Specific provisions for Batteries

Battery cells must be certified to UN transportation standards as a minimum requirement for fire and toxicity safety.

18.4.4.1 Electrochimie

Tout type d'électrochimie est autorisé à condition que la FIA la juge sûre.

Declaration of cell chemistry

Any type of cell chemistry is allowed provided the FIA deems the cell chemistry safe.

- a. Les exigences de base en matière de sécurité et de chimie de la batterie doivent être fournies à la FIA trois mois avant la première compétition lors de laquelle elle doit être utilisée, si sa chimie n'appartient pas à la liste suivante:
- Plomb-Acide
 - Zinc-Brome
 - Hydrure métallique de Nickel
 - Lithium (Lithium-Ion et Lithium-Polymère).

The basic chemistry and safety requirements of the battery must be given to the FIA three months in advance of the first competition in which it is to be used, if its chemistry does not belong to the list below:

- Lead-Acid
- Zinc-Bromium
- Nickel-Metal-Hydride
- Lithium (Lithium-Ion and Lithium-Polymer)

- b. Toute modification d'un élément, d'un module ou d'un châssis de batterie homologué est interdite.

No modification to a battery cell itself or to a homologated module or pack is permitted.

- c. Pour les batteries Plomb-Acide, seuls les types régulés à l'aide d'une valve (types gel) sont autorisés.

For lead-acid batteries, only valve-regulated types (gel-types) are permitted.

- d. Les batteries Lithium doivent être équipées d'un système de gestion des batteries. Les dispositions spécifiques sont énoncées à l'Article 18.4.4.2.

Lithium batteries must be equipped with a battery management system. The specific provisions are set out in Article 18.4.4.2.

- e. Le concurrent doit fournir les documents remis par le fabricant de l'élément et du châssis de batterie (module) spécifiant les données utiles.

The competitor has to supply documents from the cell and pack (module) producer specifying safety relevant data.

- f. Le fournisseur de l'élément doit fournir les instructions de sécurité pour l'électrochimie donnée.

The cell supplier must provide the safety instructions for the specific cell chemistry.

- g. La sécurité de l'élément en combinaison avec un système de gestion des batteries (Article 18.4.4.2) est requise si l'élément doit avoir une certification ONU pour le transport aérien.

The safety of the cell in combination with a Battery Management System (Article 18.4.4.2) is required if the cell needs to have a UN certification for air transportation.

- h. Le concurrent doit fournir un plan d'intervention indiquant comment manier le châssis de batterie en cas de surchauffe (incendie) et de choc.

The competitor has to supply a contingency plan describing how to handle the battery pack in case of overheating (fire) and crash.

18.4.4.2 Système de gestion des batteries

Battery Management System

- | | |
|---|---|
| <p>a. Le système de gestion des batteries (BMS) est un important système de sécurité intégré au châssis de batterie. Il doit être connecté aux éléments et au châssis de batterie à tout moment excepté pour l'expédition ou lorsqu'il est en veille.</p> | <p>The Battery Management System (BMS) is an important safety system and thus part of the battery pack and must be connected to the cells and the battery pack at all the times except for shipping or when set to rest condition.</p> |
| <p>b. Le BMS doit, en général, être approprié à la chimie de la batterie, comme recommandé par le fabricant des éléments de batterie.</p> | <p>The BMS must, in general, be appropriate for the battery chemistry, as recommended by the cell manufacturer.</p> |
| <p>c. Pour les éléments sujets à l'emballage thermique, il est strictement interdit de les utiliser (modules) hors des spécifications établies par leur fabricant.</p> | <p>For cells prone to thermal runaway it is strictly prohibited to operate the cells (modules) outside the specifications established by the cell manufacturer.</p> |
| <p>d. Le contrôle de la température doit être prévu dans le système de gestion des batteries afin d'empêcher tout emballement thermique lors d'une surcharge ou d'une défaillance des batteries.</p> | <p>Temperature control must be considered in the battery management system to prevent thermal runaway during overload or battery failure.</p> |
| <p>e. La génération de chaleur dans toute condition de premier défaut, pouvant représenter un danger pour les personnes, devra être évitée par des mesures appropriées, par ex. surveillance du courant, de la tension ou de la température.</p> | <p>Heat generation under any first-failure condition, which could form a hazard to persons, shall be prevented by appropriate measures, e.g. based on monitoring of current, voltage or temperature.</p> |
| <p>f. Le BMS est un système de sécurité ; il doit détecter les défaillances internes et déclencher la réduction de puissance fournie par/à la batterie ou déconnecter la batterie si le fonctionnement de cette dernière est considéré comme non sûr.</p> | <p>The BMS is a security system; it must detect internal faults and has to trigger power reduction delivered from/to the battery or has to switch off the battery if the BMS considers battery operation unsafe.</p> |
| <p>g. L'assemblage des éléments de batterie en un châssis de batterie doit être effectué par un fabricant disposant de la technologie appropriée. La spécification du châssis de batterie, des modules et des éléments, ainsi qu'un document dans lequel ledit fabricant atteste de la sécurité du châssis de batterie ainsi produit, doivent être préalablement vérifiés et approuvés par l'ASN.</p> | <p>The assembly of the battery cells in a battery pack must be carried out by a manufacturer with the appropriate technology. The specification of the battery pack, modules and cells, as well as a document from the said manufacturer attesting to the safety of the produced battery pack, must be verified and approved by the ASN in advance.</p> |

18.4.5 Dispositions spécifiques aux ultra (super) condensateurs

Specific provisions for Ultra (Super) Capacitors

- | | |
|---|--|
| <p>a. Le concurrent doit fournir les documents relatifs au type du condensateur.</p> | <p>The competitor has to supply documents about the capacitor type.</p> |
| <p>b. Aucune modification du condensateur lui-même ou d'un module ou châssis de batterie homologué n'est autorisée.</p> | <p>No modification to a capacitor itself or to a homologated module or pack is allowed.</p> |
| <p>c. Le concurrent doit fournir les documents relatifs à la sécurité remis par le fabricant du condensateur et du châssis de batterie (module).</p> | <p>The competitor has to supply safety related documents from the capacitor and pack (module) producer.</p> |
| <p>d. Le concurrent doit fournir un plan d'intervention indiquant comment manier le châssis de batterie en cas de surchauffe (incendie) ou de choc.</p> | <p>The competitor has to supply a contingency plan describing how to handle the pack in case of overheating (fire) or crash.</p> |

18.4.6 Dispositions spécifiques aux volants d'inertie

Specific provisions for Flywheel Systems

- | | |
|--|--|
| <p>a. Il incombe au concurrent de prouver par quelque moyen que ce soit que le compartiment du volant d'inertie est suffisamment solide pour résister à une défaillance du système, par ex. rupture du rotor à vitesse maximale.</p> | <p>It is up to the competitor to prove, by whatever means, that the Flywheel System compartment is strong enough to withstand a system failure, e.g. a rotor crash at full flywheel speed.</p> |
| <p>b. La sécurité du pilote (et du copilote) doit être garantie par le concurrent pour toutes les conditions où se trouve le véhicule, même en cas de choc.</p> | <p>Driver (and co-driver) safety has to be guaranteed by the competitor under all vehicle conditions, even if subjected to a crash.</p> |
| <p>c. Le concurrent doit fournir les documents relatifs à la sécurité remis par le fabricant du volant d'inertie.</p> | <p>The competitor has to supply safety related documents from the flywheel producer.</p> |

18.5 Electronique de puissance

Power electronics

L'électronique de puissance (convertisseur, chopper) doit être conçue avec l'équipement nécessaire pour détecter les défaillances majeures, par ex. courts-circuits, sur/sous tension. Elle doit comporter un mécanisme permettant de couper le train d'entraînement électrique si une défaillance grave est détectée.	The power electronics (converter, chopper) must be designed with the necessary equipment to detect major faults, e.g. short circuits, over/under voltage, and must have a mechanism to shut down the electric drive train system if a serious fault is detected.
---	---

18.6 Moteurs électriques

Electric motors

- | | |
|---|---|
| <p>Des mesures ou des dispositifs doivent être prévus afin d'obtenir la meilleure stabilité possible du véhicule en cas de blocage d'une roue résultant d'un dysfonctionnement du train d'entraînement électrique ou du moteur électrique.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un moteur unique propulse, de manière conventionnelle, l'essieu moteur avec un différentiel (il s'agit d'une solution bien acceptée et très fiable). - Le moteur est couplé à une roue motrice au moyen d'un embrayage (goupille de cisaillement) et d'un train planétaire. - En cas de blocage d'une roue, un système automatique peut bloquer la roue opposée de l'essieu. | <p>Provisions or devices must be foreseen to obtain best possible vehicle stability in case of a single locked wheel resulting from a malfunction of the electric drive train or the electric motor.</p> <ul style="list-style-type: none"> - A single motor propels in a conventional way the drive axle with a differential (this is a well approved and highly reliable solution). - The motor is coupled to a single driven wheel by means of a clutch (shear pin) and planetary gear. - In case of single locked wheel an automatic system may lock the opposite wheel of the axle. |
|---|---|

18.6.1 Couplage capacitif

- a. Les couplages capacitifs entre un potentiel de classe de tension B (Annexe J – Article 251.3.1.10) et un châssis électrique (Annexe J – Article 251.3.1.15) résultent en général de condensateurs Y, utilisés pour des raisons de CEM, ou de couplages capacitifs parasites. Selon la norme ISO/DIS 6469-3.2:2010:
- pour les courants DC causés par la décharge de ce type de couplages capacitifs lors d'un contact de la haute tension DC, l'énergie de la capacité totale entre toute pièce sous tension de classe de tension B (Annexe J – Article 251.3.1.16) et le châssis électrique (Annexe J – Article 251.3.1.15) doit être < 0.2 joule à sa tension de service maximale (Annexe J – Article 251.3.1.9). La capacité totale devrait être calculée en fonction des valeurs prévues des pièces et composants connexes.
 - pour les courants AC causés par ces couplages capacitifs lors d'un contact de la haute tension AC, le courant AC dans le corps ne doit pas excéder 5 mA, la mesure étant conforme à la norme CEI 60950-1.
- b. Tout moteur actionné par un convertisseur (chopper, électronique de puissance) présente un couplage capacitif à son carter, etc., à un degré dépendant de sa conception. L'objectif est toujours de minimiser ce phénomène étant donné qu'il entraîne une perte d'énergie mais il n'est pas possible de l'éliminer.
- c. Le couplage capacitif introduit par des capacités réparties C_c (voir Figure 3.) résulte en un flux de courant alternatif i_{ac} entre le circuit électrique et un châssis électrique, carrosserie incluse. Par conséquent, une connexion non galvanique avec un condensateur de liaison C_B entre le circuit électrique et la masse du châssis doit être mise en place, afin de limiter la tension alternative maximale U_{ac} entre la masse du circuit électrique et le châssis à un niveau de tension sûr inférieur à 30 V AC rms.

Le condensateur de liaison C_B et les capacités de couplage concentrées C_c représentent un diviseur de tension alternative pour la tension de sortie de l'inverseur U_{INV} . Par conséquent, la tension alternative de la barrière isolante U_{ac} se calcule comme suit:

$$U_{ac} = U_{INF} \frac{C_c}{C_B + C_c}$$

Le calcul ci-dessus donne une estimation de la tension de la barrière isolante U_{ac} car le courant alternatif i_{ac} est loin d'être sinusoïdal. Ainsi, les mesures doivent prouver que la tension U_{ac} est réduite par le condensateur de liaison C_B (voir Figure 3, Figure 4 et Figure 5, formule possible: $C_B = C_{B1} + C_{B2}$, voir Figure 6) à un niveau de tension sûr inférieur à 30 V AC rms.

Voici un exemple d'estimation approximative de la valeur minimale du condensateur de liaison $C_{B \min}$:

Si l'on pose: $U_{INF} = 500$ V AC, les capacités de couplage réparties sont $C_c = 3$ nF et la tension maximale autorisée pour la barrière isolante est $U_{ac} = 30$ V rms.

Par conséquent, la valeur minimale du condensateur de liaison $C_{B \min}$ se calcule ainsi:

$$C_{B \min} = C_c \left(\frac{U_{INV}}{U_{ac \max}} - 1 \right) = 3 \text{ nF} \left(\frac{500 \text{ V}}{30 \text{ V}} - 1 \right) = 47 \text{ nF}$$

- d. Le condensateur de liaison RB (voir Figure 3, Figure 4 et Figure 5, formule possible:

$$R_B = \frac{R_{B1} \cdot R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

voir Figure 6) limite la tension DC U_{dc} traversant la barrière d'isolation entre le circuit électrique et la masse du châssis. La valeur du condensateur de liaison devrait être d'au moins 500 Ω /V par rapport à la tension de service maximale $+U_B$ du système de classe de tension B (charge). La procédure de mesure pour vérifier la valeur des condensateurs de liaison R_{B1} et R_{B2} est indiquée dans l'accord CEE ECE-R 100/01 (WP.29/2010/52), Nov./Déc. 2010, Annexe 4

Capacitive coupling

Capacitive couplings between a voltage class B (Appendix J – Article 251.3.1.10) potential and electric chassis (Appendix J – Article 251.3.1.15) usually result from Y capacitors, used for EMC reasons, or parasitic capacitive couplings.

ISO/DIS 6469-3.2:2010 constitutes:

- For DC body currents caused by discharge of such capacitive couplings when touching DC high voltage that the energy of the total capacitance between any energized voltage class B live part (Appendix J – Article 251.3.1.16) and the electric chassis (Appendix J – Article 251.3.1.15) shall be < 0.2 Joule at its maximum working voltage (Appendix J – Article 251.3.1.9). Total capacitance should be calculated based on designed values of related parts and components.
- For AC body currents caused by such capacitive couplings when touching AC high voltage that the AC body current shall not exceed 5 mA, with the measurement in accordance with IEC 60950-1.

Any motor driven by a converter (chopper, power electronics) will show capacitive coupling to its case, etc., to a degree dependent on its design. There is always a target to minimise this given that it is a waste of energy but it cannot be eliminated.

Capacitive coupling introduced by distributed capacitances C_c (see Figure 3) results in an AC current i_{ac} flow between the Power Circuit and an electric chassis, including bodywork. Hence, a non-galvanic connection with a bonding capacitor C_B between the Power Circuit and chassis ground must be introduced, in order to limit the maximum AC voltage U_{ac} between Power Circuit Ground and chassis to a safe voltage level less than 30 V AC rms.

The bond capacitor C_B and the lumped coupling capacitances C_c represent an AC voltage divider for the inverter output voltage U_{INV} . Hence, the AC isolation barrier voltage U_{ac} calculates to:

The above calculation gives an estimate of the isolation barrier voltage U_{ac} as the AC current i_{ac} is far from sinusoidal. Hence, measurements must prove that the voltage U_{ac} is reduced by the bonding capacitor C_B (see Figure 3, Figure 4 and Figure 5, optionally: $C_B = C_{B1} + C_{B2}$, see Figure 6) to a safe voltage level less than 30 V AC rms.

An example for a rough estimate of the minimum value of the bonding capacitor $C_{B \min}$:

We assume: $U_{INF} = 500$ V AC, the distributed coupling capacitances add up to $C_c = 3$ nF and the maximum permissible isolation barrier voltage $U_{ac} = 30$ V rms.

Hence, the minimum bond capacitor value $C_{B \min}$ calculates to:

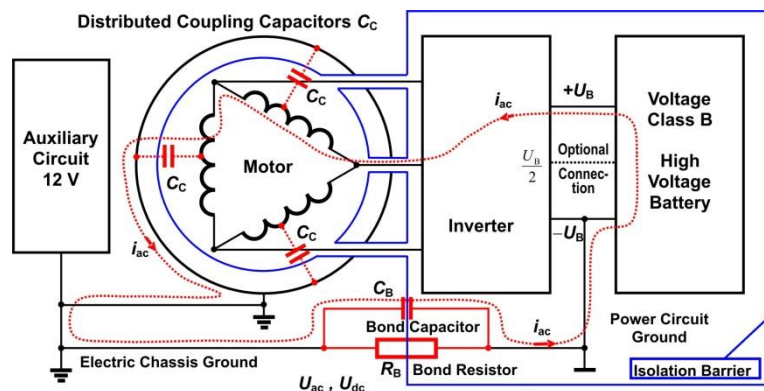
The bond resistor RB (see Figure 3, Figure 4 and Figure 5, optionally:

"Méthode de mesure de la résistance d'isolement" et dans la norme ISO 6469-1:2009(E), Article 6.1 "Résistance d'isolement du RESS".

Resistance Measurement Method" and in the standard ISO 6469-1:2009(E), Article 6.1 "Isolation Resistance of the RESS".

- e. Le constructeur peut proposer sa propre solution technique qui devra être approuvée par la FIA.

Manufacturer can propose its own technical solution that should be approved by FIA.

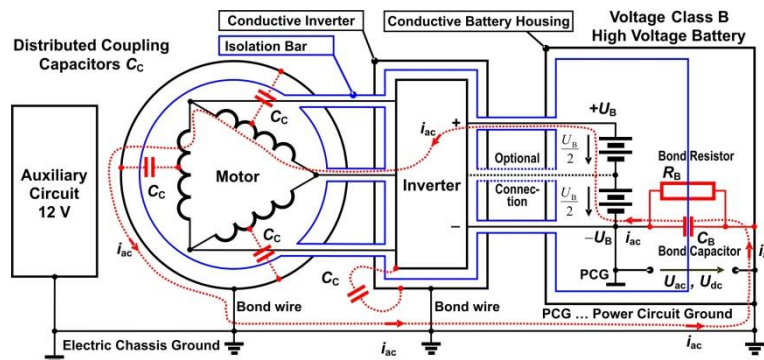


Dessin 3 / Figure 3

Boîtier d'inverseur non conducteur et compartiment de batterie. Du fait des capacités réparties entre les enroulements du stator, le rotor et le boîtier, le couplage capacitif résulte en un flux de courant alternatif i_{ac} à travers la barrière isolante entre le circuit électrique et le châssis électrique. Un condensateur de liaison C_B de taille adéquate réduit la tension U_{ac} à un niveau de tension sûr. La tension nominale du condensateur de liaison doit être spécifiée pour au moins la tension de sortie maximale de l'inverseur.

Non-conductive inverter case and battery compartment.

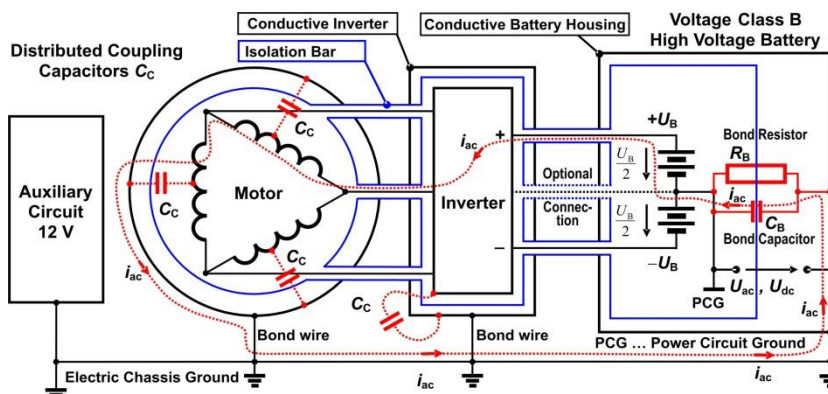
Due to distributed capacitances between stator windings, rotor and case capacitive coupling results in an AC current i_{ac} flow across the isolation barrier between the Power Circuit and the electric chassis. A bond capacitor C_B of an adequate size reduces the voltage U_{ac} to a safe voltage level. The nominal voltage of the bond capacitor must be specified for at least the maximum output voltage of the inverter.



Dessin 4 / Figure 4

Le boîtier d'inverseur conducteur et le compartiment de batterie sont reliés à la masse du châssis électrique. Le condensateur de liaison R_B et le condensateur de liaison C_B sont connectés de la masse du châssis électrique à la masse du circuit électrique, soit dans ce cas batterie moins $-U_B$.

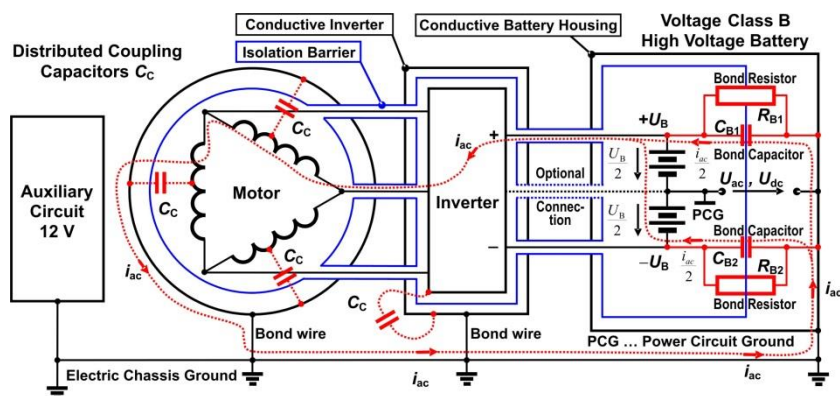
The conductive inverter case and battery compartment is bonded to the Electrical Chassis Ground. The bond resistor R_B and capacitor C_B are connected from the Electrical Chassis Ground to the Power Circuit Ground, which is, in this case, the battery minus $-U_B$.



Dessin 5 / Figure 5

Le boîtier d'inverseur conducteur et le compartiment de batterie sont reliés à la masse du châssis électrique. Le condensateur de liaison R_B et le condensateur de liaison C_B sont connectés de la masse du châssis électrique à la masse du circuit électrique, soit dans ce cas 50% de la tension de la batterie $+U_B$.

The conductive inverter case and battery compartment is bonded to the Electrical Chassis Ground. The bond resistor R_B and capacitor C_B are connected from the Electrical Chassis Ground to the Power Circuit Ground, which is, in this case, 50% of the battery voltage $+U_B$.



Dessin 6 / Figure 6

Le boîtier d'inverseur conducteur et le compartiment de batterie sont reliés à la masse du châssis électrique. Les condensateurs de liaison R_{B1} et R_{B2} et les condensateurs de liaison C_{B1} et C_{B2} sont connectés de la masse du châssis électrique aux bornes de la batterie $+U_B$ et $-U_B$ entraînant une masse du circuit électrique à 50% de la tension de la batterie $+U_B$.

The conductive inverter case and battery compartment is bonded to the Electrical Chassis Ground. The bond resistors R_{B1} and R_{B2} and the bond capacitors C_{B1} and C_{B2} are connected from the Electrical Chassis Ground to the battery terminals $+U_B$ and $-U_B$ resulting in a Power Circuit Ground at 50 % of the battery voltage $+U_B$.

18.7 Protection contre les chocs électriques

- Aucune partie de l'équipement électrique ne devra avoir de tension supérieure aux limites de la classe de tension B (2.9).
- Norme ISO/DIS 6469-3.2:2010: En règle générale, les pièces conductrices apparentes d'un équipement électrique de classe de tension B, barrières/enveloppes conductrices apparentes y compris, doivent être liées au châssis électrique pour une égalisation du potentiel conformément aux exigences suivantes:
 - Tous les composants formant le chemin du courant d'équilibrage de tension (conducteurs, connexions) doivent résister au courant maximal en cas de défaillance unique.
 - La résistance du chemin d'équilibrage de tension entre deux pièces conductrices apparentes du circuit électrique de classe de tension B, pouvant être touchées simultanément par une personne, ne doit pas être supérieure à 0.1 Ω .
- Aucune partie du châssis ou de la carrosserie ne devrait être utilisée comme chemin de retour du courant excepté pour les courants de défaut.
- Entre la masse du circuit électrique et le châssis (carrosserie) du véhicule, un maximum de 60 V DC ou 30 V AC respectivement est autorisé.
- Un système électronique de contrôle doit en permanence contrôler le niveau de tension entre la masse du châssis (= masse de puissance auxiliaire) et la masse du circuit électrique. Si le système de contrôle détecte une tension DC ou AC de plus de 60 V DC ou 30 V AC, avec une fréquence inférieure à 300 kHz, le circuit de contrôle doit réagir immédiatement (dans les 50 ms) et déclencher les actions à spécifier pour chaque classe de véhicules.

Protection against electrical shock

In no part of the electrical equipment may there be voltage exceeding voltage class B (2.9) limits.

ISO/DIS 6469-3.2:2010 constitutes: As a general rule, exposed conductive parts of voltage class B electric equipment, including exposed conductive barriers/enclosures, shall be bonded to the electric chassis for potential equalization according to the following requirements:

- All components forming the potential equalization current path (conductors, connections) shall withstand the maximum current in a single failure situation.
- The resistance of the potential equalization path between any two exposed conductive parts of the voltage class B electric circuit, which can be touched simultaneously by a person, shall not exceed 0.1 Ω .

No part of the chassis or bodywork should be used as a current return path except for fault currents.

Between the Power Circuit Ground and the chassis (body) of the vehicle, no more than 60 V DC or 30 V AC respectively are allowed.

An electronic monitoring system must continuously check the voltage level between Chassis Ground (= Auxiliary Power Ground) and Power Circuit Ground. If the monitoring system detects a DC or an AC voltage with a voltage level of more than 60 V DC or 30 V AC, at a frequency below 300 kHz the monitoring circuit must respond (within less than 50 ms) and trigger the actions to be specified in the respective vehicle Class.

18.8 Liaison équipotentielle

- Pour limiter les effets du mode de défaillance dans lequel une haute tension est couplée en AC sur le système basse tension de la voiture, il est impératif que toutes les principales pièces conductrices de la carrosserie aient une liaison équipotentielle au châssis de la voiture via des câbles ou des pièces conductrices de dimensions appropriées.
- Une liaison est requise pour tout composant auquel se connecte, ou à proximité duquel passe, un fil, un câble ou un harnais, qui peut conduire un courant par un simple point de défaut d'isolation et qui est en outre susceptible d'être touché par le pilote assis dans la voiture, par un mécanicien lors d'un arrêt aux stands ou encore par des commissaires de piste ou du personnel médical lors d'opérations de secours.
- Tous les composants nécessitant une liaison équipotentielle seront connectés au point principal de masse (Annexe J – Article 251.3.1.15.1) avec une résistance permettant d'éviter une tension

Equipotential bonding

To mitigate the failure mode where a high voltage is AC coupled onto the car's low voltage system it is mandatory that all major conductive parts of the body are equipotential bonded to the car chassis with wires or conductive parts of an appropriate dimension.

Bonding is required for any component to which a wire, cable or harness connects, or passes in close proximity, and which is able to conduct current by means of a single point of insulation failure and, furthermore, is capable of being touched by the driver whilst seated in the car or by mechanics during a pit stop or by marshals and medical staff during rescue operations.

Any components that require equipotential bonding will be connected to the Main Ground Point (Appendix J – Article 251.3.1.15.1) with a resistance to prevent a dangerous touch voltage

de contact dangereuse (30 V AC) en cas de défaillance de couplage AC à un certain niveau de capacité parasite.

- d. Le point principal de masse (2.14.1) doit être spécifié au cas par cas pour chaque classe de véhicules à propulsion électrique dans l'article correspondant de l'Annexe J.

(30 V AC) given an AC coupling fault at a certain level of parasitic capacitance.

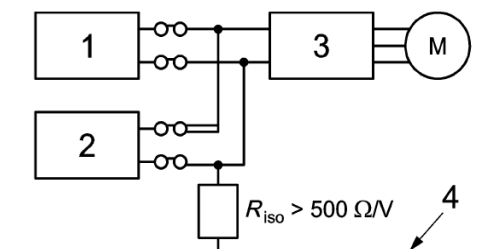
The Main Ground Point (2.14.1) has to be specified individually for each vehicle Class using an electric drive train in the respective Appendix J Article.

18.9 Exigences relatives à la résistance d'isolement

Norme ISO/DIS 6469-3.2:2010: si les mesures de protection choisies requièrent une résistance d'isolement minimale, elle sera d'au moins 100 Ω/V pour les circuits DC et d'au moins 500 Ω/V pour les circuits AC. La référence sera la tension de service maximale (Annexe J – Article 251.3.1.9).

NOTE:

Un risque de choc électrique survient lorsqu'un courant électrique, en fonction de sa valeur et de sa durée, traverse le corps humain. Les effets nuisibles peuvent être évités si le courant se trouve dans la zone DC-2 à la Figure 22 en DC ou dans la zone AC-2 à la Figure 20 en AC respectivement (norme CEI/TS 60479-1, 2005). La relation entre les courants dangereux traversant le corps et d'autres formes d'onde et fréquences est décrite dans la norme CEI/TS 60479-2. Les résistances d'isolement de 100 Ω/V en DC ou de 500 Ω/V en AC permettent le passage dans le corps de courants de 10 mA et 2 mA respectivement.



- 1 Système de pile à combustible
- 2 Batterie de traction
- 3 Inverseur
- 4 Châssis Véhicule Electrique
- A Circuit AC

Exigences en matière de résistance d'isolement pour les systèmes de classe de tension B avec circuits AC et DC connectés électriquement.

NOTE:

La figure prend pour exemple un véhicule hybride électrique à pile à combustible (FCHEV).

Afin de respecter l'exigence ci-dessus pour l'intégralité du circuit, il est nécessaire que chaque composant ait une résistance d'isolement plus élevée, en fonction du nombre de composants et de la structure du circuit auquel ils appartiennent. Si des circuits électriques DC et AC de classe de tension B sont connectés électriquement (voir Figure 7), l'une des deux options suivantes devra être respectée:

- Option 1: être conforme au moins à la valeur de 500 Ω/V requise pour le circuit combiné ; ou
- Option 2: être conforme au moins à la valeur de 100 Ω/V requise pour le circuit connecté électriquement, si au moins une des mesures de protection supplémentaires définies à l'Article 18.9.1 est appliquée au circuit AC.

18.9.1 Mesures de protection supplémentaires pour le circuit AC

Les mesures suivantes, prises isolément ou combinées, en complément ou à la place des mesures de protection élémentaires décrites en (Article 18.1), doivent être appliquées pour assurer une protection en cas de défaillance du système destiné à traiter les défaillances (norme ISO/DIS 6469-3.2:2010):

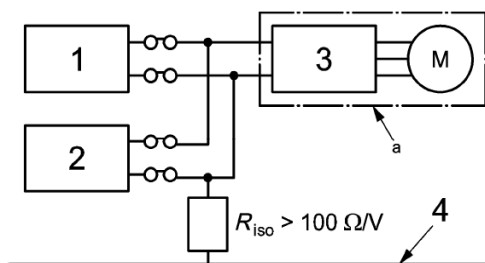
- Ajout d'une ou plusieurs couches d'isolant, barrières et/ou enveloppes.
- Isolation double ou renforcée au lieu de l'isolation principale.

Isolation resistance requirements

ISO/DIS 6469-3.2:2010 constitutes: If the protection measures chosen require a minimum isolation resistance, it shall be at least 100 Ω/V for DC circuits and at least 500 Ω/V for AC circuits. The reference shall be the maximum working voltage (Appendix J – Article 251.3.1.9).

NOTE:

A hazard of electric shock occurs when electric currents, depending on value and duration, pass through the human body. Harmful effects can be avoided if the current is within zone DC-2 in Figure 22 for DC or zone AC-2 in Figure 20 for AC respectively of IEC/TS 60479-1, 2005. The relation of harmful body currents and other wave forms and frequencies is described in IEC/TS 60479-2. The isolation resistance requirements of 100 Ω/V for DC or 500 Ω/V for AC allow body currents of 10 mA and 2 mA respectively.



Dessin 7 / Figure 7

- 1 Fuel cell system
- 2 Traction battery
- 3 Inverter
- 4 Vehicle electric chassis
- A AC circuit

Isolation resistance requirements for voltage class B systems with conductively connected AC and DC circuits.

NOTE:

The figure is based on FCHEV as an example.

To meet the above requirement for the entire circuit it is necessary to have a higher isolation resistance for each component, depending on the number of the components and the structure of the circuit to which they belong. If DC and AC voltage class B electric circuits are conductively connected (see Figure 7) one of the following two options shall be fulfilled:

- Option 1: meet at least the 500 Ω/V requirement for the combined circuit; or
- Option 2: meet at least the 100 Ω/V requirements for the entire conductively connected circuit, if at least one of the additional protection measures as defined in Article 18.9.1 is applied to the AC circuit.

Additional protection measures for the AC circuit

One or a combination of the following measures, in addition to or instead of the basic protection measures as described in (Article 18.1), shall be applied to provide protection against single failures to address the failures, for which it is intended (from ISO/DIS 6469-3.2:2010):

- Addition of one or more layers of insulation, barriers, and/or enclosures.
- Double or reinforced insulation instead of basic insulation.
- Rigid barriers/enclosures with sufficient mechanical robustness and durability, over the vehicle service life.

- Barrières/enveloppes rigides d'une solidité et d'une durabilité mécaniques suffisantes, tout au long de la durée de vie du véhicule.

NOTE:

Les barrières/enveloppes rigides comprennent (notamment) des enveloppes de régulation de puissance, carter de moteur, gaines et boîtiers de connecteur, etc. Elles peuvent être utilisées comme une mesure unique à la place des barrières/enveloppes de base afin de respecter les exigences de protection contre les défaillances uniques.

NOTE:

The rigid barriers/enclosures include (but are not limited to) power control enclosures, motor housings, connector casings and housings, etc. They may be used as a single measure instead of basic barriers/enclosures to meet both basic and single failure protection requirements.

18.10 Surveillance de l'isolation entre le châssis et le circuit électrique

- Un système de surveillance de l'isolation doit être utilisé pour contrôler le statut de la barrière d'isolation entre le système de classe de tension B (Annexe J – Article 251.3.1.10) et le châssis.
- Ce système de surveillance doit mesurer la résistance d'isolement DC R_{iso} entre les pièces conductrices du châssis (carrosserie) et le circuit de classe de tension B connecté électriquement. La résistance d'isolement minimale R_{iso} est donnée à l'Article 18.9.
La réaction du système dans le cas où un défaut d'isolation est détecté sera spécifiée au cas par cas pour chaque classe de véhicules à l'Annexe J du CSI et doit être conforme aux dispositions de la norme ISO/DIS 6469-3.2:2010.
Un exemple de dispositif destiné à protéger les personnes contre les chocs électriques DC est le Bender A-ISOMETER iso-F1.
- La procédure de mesure indiquée dans la norme ISO 6469-1:2009 doit être appliquée pour vérifier et calibrer le système embarqué de surveillance de l'isolation. Deux valeurs distinctes de résistance d'isolement doivent être vérifiées:
 - la résistance d'isolement R_{iso} du système de classe de tension B connecté électriquement par rapport au châssis électrique ;
 - la résistance d'isolement R_{iso} du RESS lorsqu'il est déconnecté du circuit électrique.

Isolation surveillance between chassis and Power Circuit

- An isolation surveillance system must be used to monitor the status of the isolation barrier between the voltage class B (Appendix J – Article 251.3.1.10) system and the chassis.
- The surveillance system must measure the DC insulation resistance R_{iso} between the conductive parts of the chassis (body) and the entire conductively connected voltage class B circuit. The minimum insulation resistance R_{iso} is given in Article 18.9.
- The reaction of the system in case an isolation defect is detected will be specified individually for each vehicle class in Appendix J of the ISC and must follow the provisions specified in ISO/DIS 6469-3.2:2010.
- A device to protect people against electric DC shocks is for example, the Bender A-ISOMETER iso-F1.
- The measurement procedure given in ISO 6469-1:2009 must be used to check and calibrate the on-board isolation surveillance system. Two separate isolation resistance values must be checked:
- the isolation resistance R_{iso} of the entire conductively connected voltage class B system referred to the electric chassis;
 - the isolation resistance R_{iso} of the RESS when disconnected from the Power Circuit.

18.11 Circuit électrique

Dans les cas où la tension du circuit électrique (Annexe J – Article 251.3.1.14) appartient à la classe de tension B (Annexe J – Article 251.3.1.10), ce circuit doit être séparé électriquement du châssis (carrosserie) et du circuit de bord par des isolants appropriés.

Power Circuit

In cases where the voltage of the Power Circuit (Appendix J – Article 251.3.1.14) belongs to voltage class B (Annexe J – Article 251.3.1.10), this Power Circuit must be electrically separated from the chassis (body) and from the Auxiliary Circuit by adequate insulators.

18.12 Bus de puissance

Les tensions traversant les condensateurs appartenant au bus de puissance doivent tomber en dessous de 60 V dans les 2 secondes qui suivent la déconnexion de toutes les sources d'énergie (générateur, RESS et unité de charge) du bus de puissance.

Power Bus

Voltage across capacitors belonging to the Power Bus must fall below 60 Volt within 2 seconds after disconnection of all energy sources (generator, RESS and charging unit) from the Power Bus.

18.13 Câblage du circuit électrique

- Tous les câbles et fils connectant les composants électriques (par ex. moteur, générateur, inverseur et RESS) avec une intensité admissible de plus de 30 mA doivent avoir un fil de lecture intégré supplémentaire ou une protection conductrice coaxiale isolé(e) du circuit électrique. Le fil de lecture permet la détection des défauts d'isolation ou des ruptures du conducteur. En cas de défaut d'isolation ou de rupture du conducteur, un système électronique de contrôle doit détecter le défaut d'isolation. La réaction du système, si un défaut d'isolation est détecté, sera spécifiée au cas par cas pour chaque classe de véhicules répertoriée à l'Annexe J.
- Le blindage du fil de lecture ou du câblage du circuit électrique doit être connecté à la masse du châssis. Dans ce cas, le système de surveillance de l'isolation (Article 18.10) servira de dispositif de déclenchement en cas de défaut d'isolation.
- La gaine extérieure des câbles et harnais pour les circuits de classe de tension B (Annexe J – Article 251.3.1.10), non protégés par des enveloppes ou des barrières, doit être marquée en orange.

Power Circuit wiring

- All cables and wires connecting electrical power components (e.g. motor, generator, inverter and RESS) with an ampacity of more than 30 mA must have an additional built-in sense wire or coaxial conductive shield that is insulated from the Power Circuit. The sense wire allows the detection of insulation faults or broken power wires. If there is an insulation failure or a broken power wire, an electronic monitoring system must detect the isolation defect. The reaction of the system should an isolation defect be detected will be specified individually for each vehicle Class listed in Appendix J.
- The sense wire or Power Circuit wire shielding must be connected to chassis ground. In such a case, the isolation surveillance system (Article 18.10) will serve as trigger device for an isolation fault.
- The outer covering of cables and harness for voltage class B (Appendix J – Article 251.3.1.10) circuits, not within enclosures or behind barriers shall be marked in orange.

NOTE 1:

Les connecteurs de classe de tension B peuvent être identifiés par les harnais auxquels ils sont fixés.

NOTE 1:

Voltage class B connectors may be identified by the harnesses to which the connector is attached.

NOTE 2:

NOTE 2:

	Les spécifications relatives à la couleur orange figurent notamment dans les normes ISO/DIS 14572:2010, 8.75R5.75/12.5 (Etats-Unis) et 8.8R5.8/12.5 (Japon) conformément au nuancier de Munsell.	Specifications of orange colour are given e.g. in ISO/DIS 14572:2010, in US (8.75R5.75/12.5) and in Japan (8.8R5.8/12.5) according to the Munsell colour system.
	d. Les câbles du circuit électrique exposés à une contrainte (par ex. mécanique, thermique, vibrations, etc.) doivent être protégés par des guides appropriés, des enveloppes et des conduits isolants.	Power Circuit wires exposed to stress (e.g. mechanical, thermal, vibration, etc.) must be secured within proper cable guides, enclosures and insulating conduits.
18.14	Connecteurs du circuit électrique, contacts avancés, déconnexion automatique, etc.	Power Circuit connectors, leading contacts, automatic disconnection, etc.
	a. Les connecteurs du circuit électrique ne doivent pas avoir de contacts sous tension sur la fiche ou la prise sauf s'ils sont correctement couplés. Un système automatique doit pouvoir détecter si un connecteur du circuit électrique est découplé, par exemple avec des contacts d'alarme plus courts à l'intérieur du même connecteur, et invalider/supprimer la haute tension sur la fiche et sur la prise. Si le connecteur était sous tension lorsqu'il a été découplé, la haute tension doit être déconnectée immédiatement et toute tension résiduelle sur les contacts de la fiche et de la prise être déchargée à un niveau sûr dans les 2 secondes sauf indication contraire pour la classe de véhicules. Il n'est pas permis de protéger les bornes sous tension uniquement au moyen d'un couvercle de connecteur amovible.	Power Circuit connectors must not have live contacts on either the plug or the receptacle unless they are correctly mated. An automatic system must detect if a Power Circuit connector is de-mated, for example with shorter alarm contacts within the same connector, and inhibit/remove High Voltage from both the plug and the receptacle. If the connector was live when de-mated, the high voltage must be switched off immediately and any residual voltage on the contacts of both the plug and the receptacle discharged to a safe level within 2 seconds unless otherwise specified in the Vehicle Class. It is not permitted to have live terminals protected only by a removable connector cap.
	b. L'étanchéité du connecteur fermé doit correspondre à la norme IP 67.	Connector environmental sealing to IP 67 in the mated condition.
	c. L'étanchéité du connecteur ouvert doit correspondre à la norme IP 66 de sa face de contact jusqu'à l'assemblage avec le câble.	Connector environmental sealing to IP 66 from the contact face to cable assy in the de-mated condition.
	d. Le diélectrique du connecteur doit résister au minimum à 1.5 kV à 98% d'humidité relative (pour les environnements à humidité élevée).	Connector minimum dielectric withstands 1.5 kV at 98% relative humidity (RH) (to cater for environments with high humidity).
	e. Le diélectrique du connecteur doit résister au minimum à 5 kV à 40% d'humidité relative.	Connector minimum dielectric withstands 5 kV at 40% RH.
	f. Si des contacts de sécurité entièrement protégés sont requis sur les connecteurs à fiche et prise et les connecteurs mâles et femelles, ceci sera spécifié dans la classe de véhicules.	If fully shrouded "touchproof" contacts on both pin and socket, plug and receptacle connectors are required, it must be specified in the vehicle Class.
	g. La classe de courant du connecteur doit correspondre au courant moyen effectif et NON au courant maximum en service, par ex. dans une phase de court-circuit.	Minimum connector service current rating suitable for the average effective current, NOT maximum expected current in service. E.g. during a phase short circuit event.
	h. La coque du connecteur doit pouvoir résister à des niveaux élevés de vibration.	Connector shell able to withstand high levels of vibration.
	i. Le connecteur doit avoir une température de service comprise entre -20 C et +150°C ou plus et être adapté au transport aérien et au fonctionnement sur piste.	Connector in service temperature rating of -20C to +150°C or greater to cater for air transportation and on-track running.
	j. Il faudra prévoir un mécanisme pour le détensionnement et l'étanchéité de l'assemblage au câble.	Provide mechanism for provisioning strain relief and sealing to cable assembly.
	k. En cas d'accident, la déconnexion sans-à-coup doit se faire sans dommage à la coque du connecteur, susceptible de soumettre la fiche ou la prise à une tension élevée. Le connecteur doit se séparer avant que le câble ne soit endommagé. Exception: les composants à l'intérieur de la cellule de sécurité (Annexe J – Article 251.3.1.29) et connectés par des câbles appartenant au circuit électrique (Annexe J – Article 251.3.1.14), n'ont pas besoin d'utiliser de déconnexion sans-à-coup.	Provide "snatch free" disconnection in case of accident, without damage to connector shell, which could expose high voltage on either plug or receptacle. The connector must part before the cable is damaged. Exception: Components inside the Safety Cell (Appendix J – Article 251.3.1.29) and connected by cables belonging to the Power Circuit (Appendix J – Article 251.3.1.14) do not need to use snatch free disconnection.
18.15	Résistance d'isolement des câbles	Insulation strength of cables
	a. Toutes les pièces sous tension devront être protégées contre tout contact accidentel. Les isolants n'ayant pas une résistance mécanique suffisante, c'est-à-dire une couche de peinture, de l'émail, des oxydes, un revêtement de fibres (imprégnées ou non), ou des rubans isolants ne sont pas acceptés.	All electrically live parts must be protected against accidental contact. Insulating material not having sufficient mechanical resistance, i.e. paint coating, enamel, oxides, fibre coatings (impregnated or not) or insulating tapes, are not allowed.
	b. Chaque câble électrique doit être adapté au courant du circuit concerné et être correctement isolé.	Each electrical cable must be rated for the respective circuit current and must be insulated adequately.
	c. Tous les câbles électriques devront être protégés des surtensions en fonction de la capacité des conducteurs individuels.	All electrical cables must be protected from overcurrent faults according to the capacity of the individual conductors.
	d. Toute partie de l'équipement électrique, fils et câbles y compris, doit avoir une résistance d'isolement minimum entre tous les composants actifs et la carrosserie.	Every part of the electrical equipment, including wires and cables, must have a minimum insulation resistance between all live components and the bodywork.

- Avec un équipement appartenant au système de classe de tension B, la résistance d'isolement par rapport au châssis doit être d'au moins 500 Ω/V (ISO/DIS 6469-3.2:2010).
- Cette mesure de la résistance d'isolement devra être établie en utilisant une tension DC d'au moins 100 volts. Des tests doivent être réalisés pour valider et quantifier la résistance d'isolement du véhicule par temps de pluie.
- For equipment belonging to the voltage class B system, the insulation resistance to the chassis must be at least 500 Ω/V (ISO/DIS 6469-3.2:2010).
- The measurement of the insulation resistance must be carried out using a DC voltage of at least 100 volts. Tests must be carried out to validate and quantify the insulation resistance of the vehicle in wet conditions.

18.16 Coupe-circuit général du pilote

Tous les véhicules de course doivent être équipés d'un coupe-circuit général du pilote.

- Le coupe-circuit général du pilote doit pouvoir être actionné par le pilote lorsque ce dernier est assis en position de conduite, les harnais de sécurité attachés et le volant en place.
- Le coupe-circuit général du pilote doit être distinct du coupe-circuit général.
- Si le coupe-circuit général du pilote est activé, le véhicule doit avancer doucement sans pression sur la pédale d'accélérateur comme pour les voitures à moteur à c. i. équipées d'une boîte de vitesses automatique lorsque le levier de vitesses passe de la position neutre (N) ou parking (P) à la position conduite (D) ; sinon la voiture peut être laissée sans surveillance en "mode actif" (coupe-circuit général du pilote activé) et la pression accidentelle de l'accélérateur provoquera le déplacement du véhicule.

Driver Master Switch

All racing vehicles must be equipped with a Driver Master Switch (DMS).

- The DMS must be capable of being operated by the driver when seated in the driving position with the safety harnesses fastened and the steering wheel in place.
- The DMS must be separate from the General Circuit Breaker.
- In case the DMS is switched to active, the vehicle must slowly creep forward without the accelerator pedal pressed like with IC engine cars equipped with an automatic gear box when the gear lever is moved from the neutral (N) or park (P) position to drive (D) otherwise the car may be left unattended in "active mode" (DMS on) and accidental touching of the accelerator will cause vehicle movement.

18.17 Coupe-circuit général

- a. Tous les véhicules doivent être équipés d'un coupe-circuit général (Annexe J – Article 251.3.1.14.3) d'une capacité suffisante. Il faut toutefois veiller à ce que le coupe-circuit soit installé de sorte que le circuit électrique principal ne soit pas situé près du pilote.

- b. S'il est actionné par un bouton d'arrêt d'urgence (18.18) ou par le système facultatif de détection d'un choc, le coupe-circuit général DOIT instantanément:

- isoler les pôles +U_e et -U_e de chaque châssis de batterie du RESS du restant du circuit électrique (RESS aux charges comme l'électronique de puissance et le moteur électrique),
- désactiver toute production de couple de tout moteur électrique,
- permettre l'activation des circuits de décharge à l'intérieur du circuit électrique,
- isoler la batterie auxiliaire du circuit de bord (batterie auxiliaire et éventuellement l'alternateur aux charges telles que feux, klaxons, allumage, commandes électriques, etc.), et
- arrêter immédiatement le moteur à combustion interne dans un véhicule hybride.

- c. L'emplacement et le marquage du coupe-circuit général doivent être spécifiés dans la classe de véhicules.

- d. Si un système automatique de détection d'un choc est spécifié pour une classe de véhicules donnée, il doit automatiquement activer le coupe-circuit général.

- e. Chaque dispositif du coupe-circuit général utilisé pour isoler les pôles +U_e et -U_e de chaque châssis de batterie doit faire partie de ce châssis de batterie.

- f. Les unités électroniques (ECU, BMS,...) qui contrôlent le coupe-circuit général doivent rester sous tension au moins 15 minutes après toute ouverture du coupe-circuit général.

General Circuit Breaker

All vehicles must be equipped with a General Circuit Breaker (Annexe J – Article 251.3.1.14.3) of a sufficient capacity.

Care must be taken, however, that the installation of the circuit breaker does not result in the main electrical circuit being located close to the driver.

If actuated by an emergency stop switch (18.18) or by the optional system for detecting a crash, the General Circuit Breaker MUST instantaneously:

- isolate both +U_e and -U_e poles of each battery pack of the RESS from the remainder of the Power Circuit (RESS to the loads such as the power electronics and the electric motor),
- disable any torque production from any electric motor,
- enable the active discharge circuits within the Power Circuit,
- isolate the Auxiliary battery from the Auxiliary Circuit (Auxiliary battery and possibly the alternator from the loads such as lights, hooters, ignition, electrical controls, etc.), and
- immediately stop the internal combustion engine in a hybrid vehicle.

The location and marking of the General Circuit Breaker must be specified in the vehicle Class.

If an automatic system for detecting a crash is specified in a vehicle Class it must automatically actuate the General Circuit Breaker.

Each device of the General Circuit Breaker used to isolate +U_e and -U_e poles of each battery pack must be part of this battery pack.

The electronics units (ECU,BMS,...) which control the General Circuit Breaker must stay alive at least 15 minutes after any opening of the General Circuit Breaker.

18.18 Boutons "Arrêt d'Urgence"

- a. Un bouton d'arrêt d'urgence (Annexe J – Article 251.3.1.14.4) doit pouvoir être facilement actionné par le pilote lorsque ce dernier est assis en position de conduite, les harnais de sécurité attachés et le volant en place.

- b. Au moins un bouton d'arrêt d'urgence doit pouvoir être actionné depuis l'extérieur du véhicule pour les voitures fermées.

- c. Les boutons d'arrêt d'urgence NE peuvent PAS être utilisés en tant que coupe-circuit général du pilote.

- d. Si la classe de véhicules le requiert, un bouton d'arrêt d'urgence peut également actionner les extincteurs.

Emergency Stop Switches

One Emergency Stop Switch (Appendix J – Article 251.3.1.14.4) must be easily operable by the driver when seated normally in the vehicle with harnesses fitted and the steering wheel in place;

At least one Emergency Stop Switch must be operable from outside the vehicle for closed cars.

The Emergency Stop Switches may NOT be used as the Driver Master Switch.

If required by the Vehicle Class, an Emergency Stop Switch may also operate the fire extinguishers.

Tableau 1: Activation (= ouverture du contact = interruption de courant = off) du coupe-circuit général (GCB, 18.17 et Annexe J – Article 251.3.1.14.3) par les boutons d'arrêt d'urgence (ESS, 18.18 et Annexe J – Article 251.3.1.14.4) et par le coupe-circuit général du pilote (DMS, 18.16 et Annexe J – Article 251.3.1.20)

	ESS activé	ESS désactivé
DMS on	GCB off	GCB on
DMS off	GCB off	GCB off

Table 1: Actuating (= contact opening = current interruption = off) the General Circuit Breaker (GCB, 18.17 and Appendix J – Article 251.3.1.14.3) by the Emergency Stop Switches (ESS, 18.18 and Appendix J – Article 251.3.1.14.4) and by the Driver Master Switch (DMS, 18.16 and Appendix J – Article 251.3.1.20)

	ESS actuated	ESS released
DMS on	GCB off	GCB on
DMS off	GCB off	GCB off

Tableau 2: Permettre (= activation = allumé = on) l'activation des circuits de décharge (18.14 et 18.17.b) à l'intérieur du circuit électrique (18.14 et Annexe J – Article 251.3.1.14) par les boutons d'arrêt d'urgence (ESS, 18.18 et Annexe J – Article 251.3.1.14.4) et par le coupe-circuit général du pilote (DMS, 18.16 et Annexe J – Article 251.3.1.20)

	ESS activé	ESS désactivé
DMS on	Syst. de décharge on	Syst. de décharge off
DMS off	Syst. de décharge on	Syst. de décharge off (*)

Table 2: Enabling (= active = switched on = on) the active discharge circuits (18.14 and 18.17.b) within the Power Circuit (18.14 and Appendix J – Article 251.3.1.14) by the Emergency Stop Switches (ESS, 18.18 and Appendix J – Article 251.3.1.14.4) and by the Driver Master Switch (DMS, 18.16 and Appendix J – Article 251.3.1.20)

	ESS actuated	ESS released
DMS on	Discharge syst. on	Discharge syst. off
DMS off	Discharge syst. on	Discharge syst. off (*)

(*) Les circuits de décharge doivent être désactivés (off) afin d'éviter une surcharge du système tant que le véhicule est toujours en mouvement et que l'énergie de récupération est disponible dans les moteurs d'entraînement.

(*) The active discharge circuits must be disabled (off) to prevent overload of the system as long as the vehicle is still in motion and recuperation energy is available from the drive motors.

18.19 Protection de surintensité (fusibles)

- Le RESS doit être équipé d'un fusible ou équivalent pour faire face à un court-circuit interne à l'enveloppe de la batterie ou du super (ultra) condensateur. Ce fusible doit être testé et validé dans des conditions de charge réalistes.
- Les fusibles et les coupe-circuits (fusible électromécanique réinitialisable) sont des circuits de surtension acceptables. Des fusibles électroniques rapides et des fusibles rapides supplémentaires sont des types appropriés.
- Un dispositif limiteur de courant (fusible) doit être installé à l'intérieur du compartiment du RESS ainsi qu'en un emplacement approprié dans chaque circuit électrique.
- Les circuits de surtension ne devront en aucun cas remplacer le coupe-circuit général (bouton d'arrêt d'urgence).

Overcurrent trip (fuses)

The RESS must be equipped with a fuse or equivalent to handle the situation where a short circuit internal to the battery or Super (Ultra) Capacitor enclosure occurs. Any such fuse must be tested and demonstrated to work in a realistic load case.

Fuses and circuit breakers (resettable electromechanical fuse) are acceptable overcurrent trips. Extra-fast electronic circuit fuses and fast fuses are appropriate types.

A current-limiting device like a fuse must be fitted inside the RESS compartment and also in an adequate location in each electric Power Circuit.

Overcurrent trips must, under no circumstances, replace the General Circuit Breaker (emergency stop switch).

18.20 Unités de Charge

- L'unité de charge isolée galvaniquement du secteur (chargeur) pour les véhicules électriques ou les véhicules hybrides rechargeables (Annexe J – Article 251.1.6.2) doit répondre à tous les critères de sécurité figurant dans la réglementation applicable du pays dans lequel la compétition en question a lieu.
- Le chargeur doit connecter le potentiel de la masse du secteur à la masse du véhicule (Annexe J – Article 251.3.1.15).
- Le chargeur doit être équipé d'un ou plusieurs fusibles pour protéger le(s) câble(s) de charge.
- Le connecteur à une extrémité du câble de charge doit se séparer avant que le câble ne soit endommagé. (Par exemple, en utilisant un type de connecteur non-verrouillant/bloquant.)
- Le déplacement de la voiture doit être automatiquement inhibé lorsqu'elle est connectée au réseau électrique.
- Le(s) connecteur(s) des câbles de charge à courant continu doit(vent) être polarisé(s) et disposé(s) de sorte que toute connexion polaire incorrecte soit impossible.
- L'interrupteur principal du chargeur doit déconnecter TOUS les conducteurs de courant.

Charging units (off board)

The mains galvanically isolated charging unit (charger) for electric or plug-in hybrid electric vehicles (Appendix J – Article 251.1.6.2) has to fulfil all safety provisions set out in the applicable rules in the country in which the respective competition takes place.

The charger must connect the grid's earth potential to the vehicle ground (Appendix J – Article 251.3.1.15).

The charger must have a fuse (fuses) to protect the charging cable(s).

The connector at one end of the charging cable must part before the cable is damaged. (For example by using a non-latching/locking type of connector).

Movement of the car must be automatically inhibited while connected to the grid.

DC charging cable connector(s) must be polarized and arranged so that incorrect polarity connection is impossible.

The charger main switch must disconnect ALL power current-carrying supply conductors.

	h. Les défauts de mise à la terre du système de traction du véhicule doivent être contrôlés avant que le processus de charge ne commence. i. Le système de traction du véhicule ne doit pas être alimenté lorsque la batterie est sous charge. j. Le chargement doit toujours être effectué sous la supervision du BMS (Annexe J – Article 251.1.7.8).	The vehicle traction system must be checked for ground faults before charging commences. The vehicle traction system must not be energized while the battery is under charge. Charging must always be done under the supervision of the BMS (Appendix J – Article 251.1.7.).
18.21	Batterie auxiliaire	Auxiliary battery
	a. La batterie auxiliaire ne doit jamais être utilisée pour recharger la batterie de traction. Pendant toute la durée de la compétition, la batterie alimentant le circuit électrique auxiliaire doit avoir une tension faible inférieure à 60 V. b. Si un convertisseur DC-DC alimenté par la batterie de traction (Annexe J – Article 251.1.7.3) est utilisé en remplacement de la batterie auxiliaire, une réserve d'énergie adéquate doit être conservée à tout moment dans la batterie de traction lorsqu'un système d'éclairage est requis pour la classe de véhicules (pour répondre aux normes et réglementations nationales et/ou internationales).	The auxiliary battery must never be used to recharge the traction battery. Throughout the duration of the competition, the battery supplying the auxiliary electrical circuit must have a voltage below 60 V. If a DC to DC converter powered by the traction battery (Appendix J – Article 251.1.7.3) is used as a substitute for the auxiliary battery, an adequate energy reserve in the traction battery must be maintained at all times if a lighting system is required for the vehicle class (to meet National and/or International Standards or requirements).
18.22	Indicateurs de sécurité	Safety Indicators
	a. Les indicateurs de sécurité permettent d'avertir si le véhicule présente un danger et sont obligatoires pour toutes les classes de véhicules. b. Les exigences en matière de couleur, d'emplacement, de fonction et de connexion sont spécifiées dans la classe de véhicules. Les dispositions ci-après doivent être respectées, à moins qu'un autre système ne soit en place. c. Ces "voyants" indicateurs doivent être très fiables, par exemple diode, sémaphore, ou semblable, et doivent être de couleur rouge et montés de manière à ne pas être confondus avec des feux de pluie ou des feux de freinage. d. Ils doivent être appropriés aux conditions d'éclairage prévisibles ; par exemple, ils doivent être visibles sous la lumière directe du soleil. e. Les voyants doivent avertir le pilote et le personnel que le circuit électrique est sous tension et que le véhicule peut donc se déplacer à l'improviste. Ils doivent être visibles du pilote lorsqu'il est assis en position de conduite normale, volant de direction en place, et être également visibles du personnel intervenant sur le véhicule depuis l'extérieur. f. Si la classe de véhicules le requiert, une méthode visant à empêcher tout déplacement accidentel du véhicule lorsque le pilote n'est pas assis doit être prévue. g. Les voyants doivent indiquer lorsque le circuit électrique comporte une tension supérieure à 60 V DC (ou une tension suffisante pour déplacer le véhicule, la moins élevée étant retenue). h. Les voyants doivent être à sécurité intégrée, dotés d'au moins deux circuits indépendants montés de sorte qu'ils ne puissent pas être endommagés en cas d'accident. i. Les voyants doivent être alimentés par des sources isolées indépendantes (convertisseurs DC-DC) reliées directement au bus de puissance ; ou peuvent avoir des sources d'alimentation indépendantes (batteries rechargeables). j. Si la classe de véhicules le requiert, des voyants supplémentaires doivent indiquer lorsqu'il y a un défaut d'isolation. Ceci impliquera que les voyants fonctionnent une fois le circuit électrique éteint. Une source d'alimentation indépendante sera donc nécessaire pour les voyants ainsi qu'une procédure bien établie pour arrêter le véhicule.	Safety indicators warn if the vehicle is in a hazardous state and are required for all vehicle Classes. The colour, location, function and connection requirements are specified in the vehicle Class, and must fulfil the following requirements, unless another system is in place. These indicator 'lamps' must use a high reliability device, for example LED, semaphore, or similar, and the colour must be red and mounted not to be confused with rain light or brake light. They must be suitable for the expected lighting conditions; for example, they must be visible in direct sunlight. The indicators must warn the driver and personnel that the Power Circuit is on and the vehicle might move unexpectedly. They must be visible to the driver when seated normally with the steering wheel fitted and also visible to personnel attending the vehicle from the outside. If required by the Vehicle Class, a method of preventing the accidental driving of the vehicle when the driver is not seated must be provided. The indications must show when there is a voltage on the Power Circuit above 60 V DC (or a voltage sufficient to move the vehicle, whichever is the lesser). The indication must be fail-safe, using at least two independent circuits which are routed so that they are unlikely to both be damaged in the event of a crash. The indicators must be powered from independent isolated power supplies (DC-to-DC converters) running directly on the Power Bus; or may have independent power supplies (rechargeable batteries). If required by the Vehicle Class, additional indicators must show when there is an isolation fault. This will require the indications to operate after the Power Circuit is switched off and so will require an independent supply for the indications and a defined procedure for shutting down the vehicle.
18.23	Extincteurs	Fire extinguisher
	a. Les extincteurs sont obligatoires pour les compétitions de vitesse et doivent être conformes à l'Annexe J applicable à la classe concernée.	Fire extinguishers are compulsory at speed competitions and must be in compliance with Appendix J according to the relevant Class.

- | | |
|---|---|
| <p>b. Seuls des types d'extincteurs ABC utilisables pour l'extinction du carburant, compatibles avec la chimie du RESS installé et spécifiés pour la tension du bus de puissance, sont autorisés.</p> <p>c. Plusieurs types d'extincteurs peuvent être nécessaires pour faire face aux différents types de composants inflammables.</p> | <p>Only ABC extinguisher types usable for fuel extinction, compatible with the chemistry of the installed RESS and specified for the voltage level of the Power Bus, are allowed.</p> <p>More than one type of fire extinguisher may be necessary to cope with the different types of flammable components.</p> |
| <p>18.24 Mesures d'urgence concernant le traitement / l'élimination chimique / électrique en cas de collision / incendie</p> <p>Les dispositions extraites du document "Fire Fighter Safety and Emergency Response for Electric Drive and Hybrid Electric Vehicles" peuvent être utilisées.</p> | <p>Emergency Measures on Electrical/Chemical Disposal/Treatment in the Event of Collision/Fire</p> <p>Provisions taken from the document "Fire Fighter Safety and Emergency Response for Electric Drive and Hybrid Electric Vehicles" may be used.</p> |

MODIFICATIONS APPLICABLES AU 01.01.2019

MODIFICATIONS APPLICABLE ON 01.01.2019

MODIFICATIONS APPLICABLES AU 01.01.2020

MODIFICATIONS APPLICABLE ON 01.01.2020



REGLAMENTO DE HOMOLOGACIÓN DE ESTRUCTURAS DE SEGURIDAD ANTE LA R.F.E de A.



REGLAMENTO DE HOMOLOGACIÓN DE ESTRUCTURAS DE SEGURIDAD ANTE LA R.F.E. de A.

1. General

El presente reglamento está destinado a la homologación de estructuras de seguridad ante la Real Federación Española de Automovilismo (de ahora en adelante R.F.E. de A.) para vehículos admitidos en grupos nacionales exclusivamente y según el siguiente cuadro explicativo:

Grupo	Especialidades	Tipo de Estructura/Homologación admitida			Observaciones
		Según Anexo J (Artesanal)	Homologada ADN	Homologada FIA	
Prototipo E1 Nacional Prototipo E2 Nacional	Rallies Tierra - Montaña - Autocross	Art. 253-8	RH RFEdA	No	Si el chasis es multitubular solo será admitida una estructura homologada
Buggies Especiales TT Buggies Challenge Buggies Monoplaza	Rallies TT	No	RH RFEdA	No	
CM Promoción CM+	Montaña	No	RH RFEdA	No	
Car Cross Car Cross Junior	Autocross	No	RH RFEdA	No	

RH RFEdA = Reglamento de Homologación RFEdA para Estructuras de Seguridad

Tabla 1 - Estructuras homologables según el presente reglamento

Las estructuras de seguridad especialmente homologadas ante una ADN no se deben modificar en ningún aspecto.

Antes de fabricar la primera unidad de una estructura, el fabricante debe recibir la aceptación inicial por parte de la R.F.E. de A. mediante el envío de un dibujo de la estructura completa. En caso contrario, la R.F.E. de A. podrá rechazar la aceptación de la homologación.

La R.F.E. de A. se reserva el derecho de rechazar la homologación o certificación de una estructura de seguridad por incumplimiento de las prescripciones de diseño, dimensiones, materiales y/o criterios de aceptación establecidos en el presente reglamento, así como por el incumplimiento de cualquier punto de la "Normativa de Homologación de Estructuras de Seguridad ante la R.F.E. de A.".

2. Diseño y dimensiones

El diseño de la estructura de seguridad presentada a la R.F.E. de A. para su aprobación y posterior homologación, así como las dimensiones de los tubos utilizados, deberá ser conforme a los siguientes artículos según el grupo al que pertenezca el vehículo.

- 2.1. Prototipos E1 Nacional y E2 Nacional
- 2.2. Buggies Especiales TT, Buggies Challenge y Buggies Monoplaza
- 2.3. CM Promoción y CM + España
- 2.4. Carcross Car Cross y Carcross Car Cross Junior
- 2.5. Cartelas de refuerzo (aplicable a todos los grupos)

Para cualquier grupo, el conjunto de la estructura de seguridad (diseño + dimensiones) deberá cumplir con los requisitos de aceptación del estudio de resistencia de materiales por elementos finitos obligatorio y descrito en este reglamento.



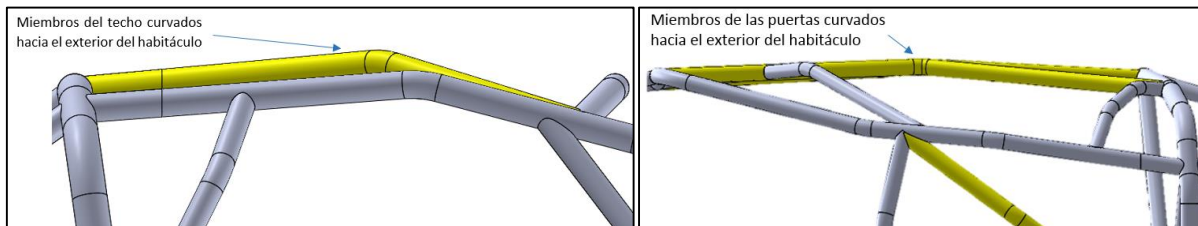
2.1. Prototipos E1 Nacional y E2 Nacional

La estructura de seguridad debe cumplir con el diseño mínimo reflejado en el Art. 253-8.3 del Anexo J al CDI.

Las dimensiones del diámetro exterior del tubo utilizado podrán ser menores que las descritas en el Art. 253-8.3.3 y su espesor de pared de un mínimo de 1,5 mm.

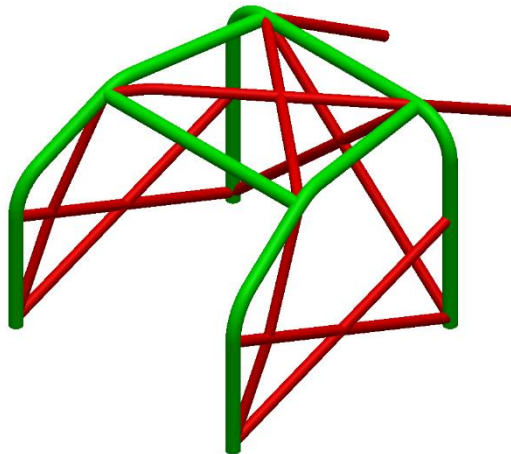
En caso de que se proyecte una barra en la estructura para anclar las bandas de los hombros de los arneses de seguridad, estas deberán cumplir con las dimensiones indicadas en el Art. 253-6.2 del Anexo J.

Es muy recomendable que, tanto las barras laterales de puertas como las del techo, se diseñen y fabriquen con una curvatura orientada hacia el exterior del habitáculo.



2.2. Buggies Especiales TT, Buggies Challenge y Buggies Monoplaza

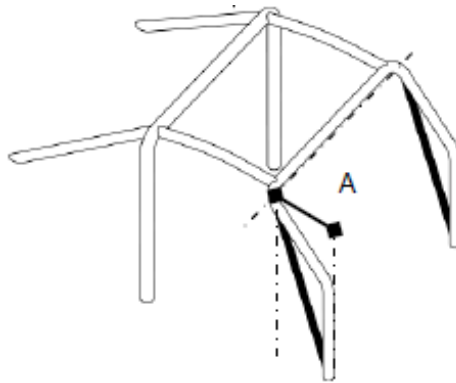
La estructura de seguridad debe cumplir con el diseño mínimo reflejado en el dibujo 1.



Dibujo 1 - Diseño mínimo Buggy Especial TT

No obstante, este diseño mínimo podrá tener una disposición distinta a la mostrada en el dibujo 1 previa aceptación del mismo por parte del Departamento Técnico de la R. F. E. de A.

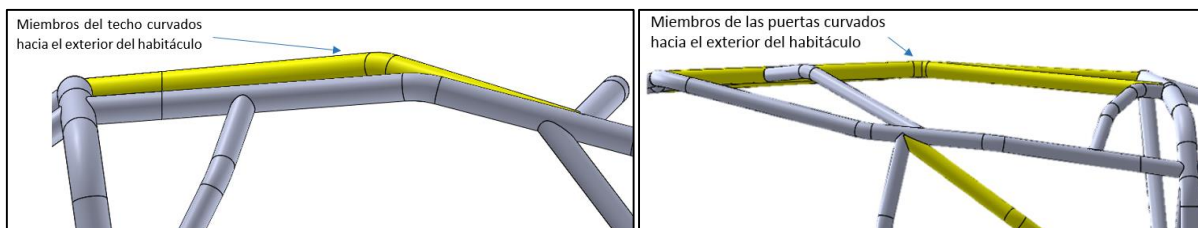
Si la distancia (A), medida en horizontal, entre el punto de anclaje al chasis del arco delantero y el miembro transversal delantero fuera superior a 200 mm, será obligatorio instalar una barra de refuerzo (refuerzo del parabrisas) que una estos dos puntos.



Dibujo 2 - Diseño mínimo Buggy Especial TT

En caso de que se proyecte una barra en la estructura para anclar las bandas de los hombros de los arneses de seguridad, estas deberán cumplir con las dimensiones indicadas en el Art. 253-6.2 del Anexo J.

Es muy recomendable que, tanto las barras laterales de puertas como las del techo, se diseñen y fabriquen con una curvatura orientada hacia el exterior del habitáculo.



Las dimensiones de los tubos que conforman la estructura de seguridad deberán ser como mínimo las reflejadas en la tabla 2.

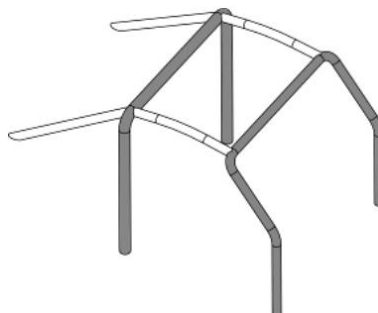
	Dimensiones mínimas [mm]
Tubo Verde	Ø50 x 1,5 o Ø40 x 2
Tubo Rojo	Ø35 x 1,5
Resto Tubos	Ø35 x 1,5

Tabla 2 - Dimensiones de tubo mínimas Buggies

2.3. CM Promoción y CM + España

La estructura de seguridad (barras resaltadas en verde, azul y rojo) debe cumplir con el diseño mínimo reflejado en el dibujo 5. La distribución de los tubos azules puede ser:

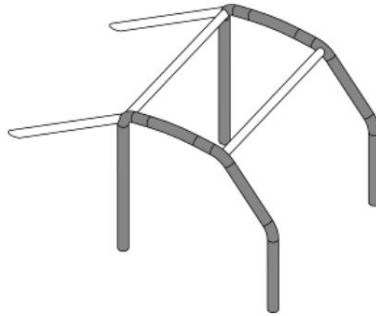
1. Arco delantero con tirantes de unión al arco principal, tal y como se muestra en el dibujo 3.



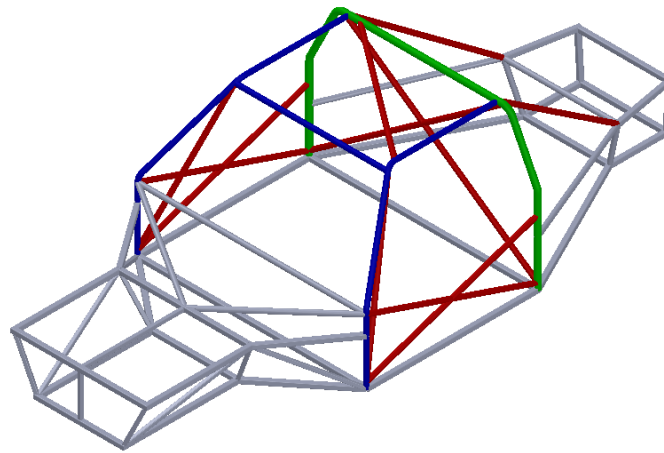
Dibujo 3 - Configuración de arco principal + arco delantero



2. Semiarcos laterales con tirante transversal delantero, tal y como se muestra en el dibujo 4.



Dibujo 4 - Configuración de arco principal + semiarcos laterales



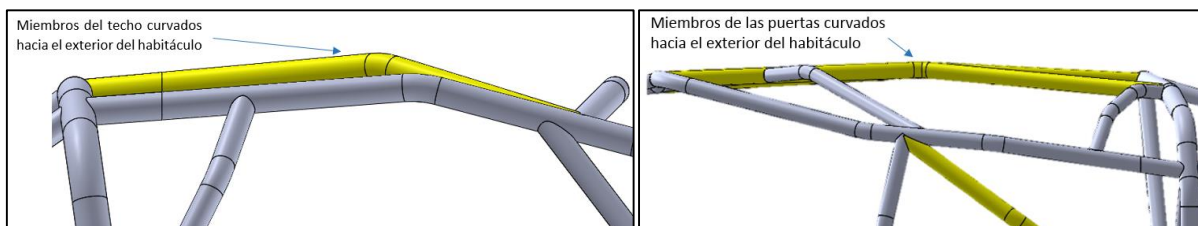
Dibujo 5 - Diseño mínimo CM

No obstante, este diseño mínimo podrá tener una disposición distinta a la mostrada en el dibujo 5 previa aceptación del mismo por parte del Departamento Técnico de la R. F. E. de A.

Si la distancia, medida en horizontal, entre el punto de anclaje al chasis del arco delantero y el miembro transversal delantero fuera superior a 200 mm, será obligatorio instalar una barra de refuerzo (refuerzo del parabrisas) que una estos dos puntos.

En caso de que se proyecte una barra en la estructura para anclar las bandas de los hombros de los arneses de seguridad, estas deberán cumplir con las dimensiones indicadas en el Art. 253-6.2 del Anexo J.

Es muy recomendable que, tanto las barras laterales de puertas como las del techo, se diseñen y fabriquen con una curvatura orientada hacia el exterior del habitáculo.





Las dimensiones de los tubos que conforman la estructura de seguridad deberán ser como mínimo las reflejadas en la tabla 3.

	Dimensiones mínimas [mm]
Tubo Verde	Ø50 x 1,5 o Ø40 x 2
Tubo Azul	Ø40 x 2
Tubo Rojo	Ø35 x 1,5
Resto Tubos	Ø35 x 1,5

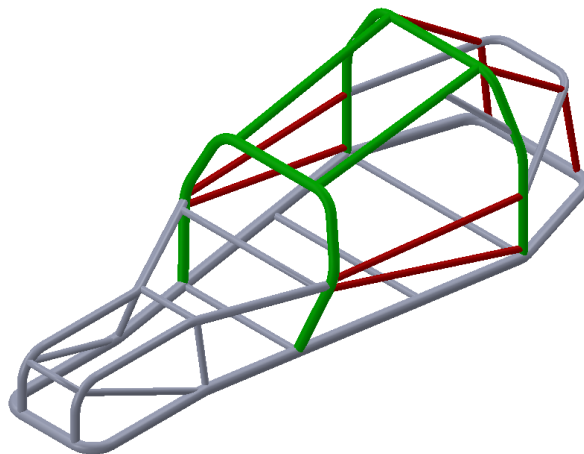
Tabla 3 - Dimensiones de tubo mínimas CM

No obstante, si el vehículo CM quiere ser diseñado para cumplir con los requerimientos FIA del grupo E2-SC o CN, se deberá tener en cuenta que se deben cumplir los artículos 277 y 259 del Anexo J al CDI respectivamente. En el caso del Art. 277 del Anexo J, las estructuras de seguridad de los vehículos E2-SC fabricados posteriormente al 01.01.2010 deberán cumplir con el Art. 259-16.4 del Anexo J, que indica lo siguiente:

- Dimensiones mínimas de tubo 45x2.5 mm (Art. 259-16.4.1).
- Disposición de tubos de acuerdo a los Art. 259-16.4.2 y Art. 259-16.4.3.

2.4. Carcross Car Cross y Carcross Car Cross Junior

La estructura de seguridad (barras resaltadas en verde y rojo) debe cumplir con el diseño mínimo reflejado en el dibujo 6.



Dibujo 6 - Diseño mínimo Carcross Car Cross y Carcross Car Cross Junior

No obstante, este diseño mínimo podrá tener una disposición distinta a la mostrada en el dibujo 6 previa aceptación del mismo por parte del Departamento Técnico de la R. F. E. de A.

Las dimensiones de los tubos que conforman la estructura de seguridad deberán ser como mínimo las reflejadas en la tabla 4.

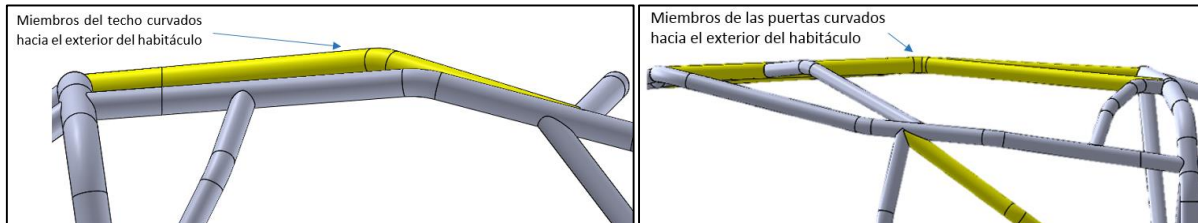
	Dimensiones mínimas [mm]
Tubo Verde	Ø40 x 2
Tubo Rojo	Ø35 x 1,5
Resto Tubos	Ø35 x 1,5

Tabla 4 - Dimensiones de tubo mínimas Carcross Car Cross y Carcross Car Cross Junior



En caso de que se proyecte una barra en la estructura para anclar las bandas de los hombros de los arneses de seguridad, estas deberán cumplir con las dimensiones indicadas en el Art. 253-6.2 del Anexo J.

Es muy recomendable que, tanto las barras laterales de puertas como las del techo, se diseñen y fabriquen con una curvatura orientada hacia el exterior del habitáculo.



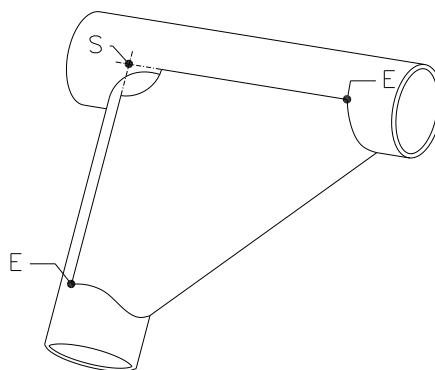
2.5. Cartelas de refuerzo

En el caso de existir uniones (formando una cruz o similar) entre:

- los miembros diagonales del arco principal
- los refuerzos del techo
- los tirantes de las puertas
- los tirantes de las puertas y los pilares de refuerzo del parabrisas (si los tirantes de las puertas y el pilar de refuerzo del parabrisas no están situados en el mismo plano, el refuerzo debe estar fabricado en chapa de acero)

deben estar reforzados por un mínimo de dos cartelas de acuerdo con el siguiente criterio:

- Refuerzo para un ángulo o unión hecho de chapa doblada en forma de U (dibujo 7) de espesor no inferior a 1,0 mm.
- Los extremos de dicha cartela (punto E) deben estar situados a una distancia del punto superior del ángulo (punto S) de 2 a 4 veces el diámetro exterior del tubo mayor de los unidos.
- Se permite un corte en la parte superior del ángulo (R) pero su radio no debe ser mayor de 1,5 veces el diámetro exterior del tubo mayor de los unidos.
- El lado plano de la cartela puede tener un agujero cuyo diámetro no debe ser más grande que el diámetro exterior del tubo mayor de los unidos.



Dibujo 7 - Cartela de refuerzo

Las cartelas deberán estar soldadas en todo el perímetro de contacto con los tubos. La soldadura podrá ser discontinua.

En cualquier caso, se recomienda soldar las cartelas en los ángulos más agudos formados por las barras a reforzar.



3. Material

En cualquier tipo de estructura presentada según el artículo anterior, se podrán usar los siguientes tipos de aceros:

- Acero aleado.
- Acero al carbono no aleado con un contenido máximo de carbono del 0.3%. Se considera que un acero al carbono no aleado puede contener, como máximo, los siguientes porcentajes de componentes en su composición:

Elemento	Contenido
Aluminio	0,1
Bismuto	0,1
Boro	0,0008
Cobalto	0,1
Cobre	0,4
Cromo	0,3
Manganeso	1,6
Molibdeno	0,08
Novio	0,05
Níquel	0,3
Plomo	0,4
Silicio	0,6
Titanio	0,05
Vanadio	0,1
Volframio	0,1
Lantánidos	0,05
Otros excepto (P, C, N y O)	0,05

Tabla 5 - Contenido máximo de elementos de aleación en un acero considerado no aleado

En ambos casos, este acero deberá ser conformado mediante estirado en frío y carecer de soldadura.

La resistencia a tracción de los materiales no podrá ser inferior a 355 MPa.

El cualquier caso, se deberá disponer del certificado de colada de los materiales. En estos debe figurar:

- Dimensiones del tubo.
- Composición química.
- Límite elástico.
- Resistencia a tracción.
- Alargamiento.

En caso de fabricar una estructura de seguridad, o un chasis multitubular con la estructura de seguridad integrada, es muy recomendable usar un acero al carbono con un grado equivalente o superior al ST52/E355, dadas sus propiedades mecánicas.



4. Estudio de resistencia de materiales por elementos finitos

El estudio de resistencia de materiales tendrá que ser llevado a cabo por un ingeniero cualificado para dicho propósito con un programa de simulación adecuado, que habrá que declarar en el Proyecto Técnico definido en la "Normativa de Homologación de Estructuras de Seguridad ante la R. F. E. de A.".

Se podrán sugerir otros modos de aplicación de las cargas, previa **petición solicitud** al Departamento Técnico de la R.F.E. de A., si las características de la estructura y las hipótesis de los ensayos lo hacen factible.

4.1. Solicitaciones de carga

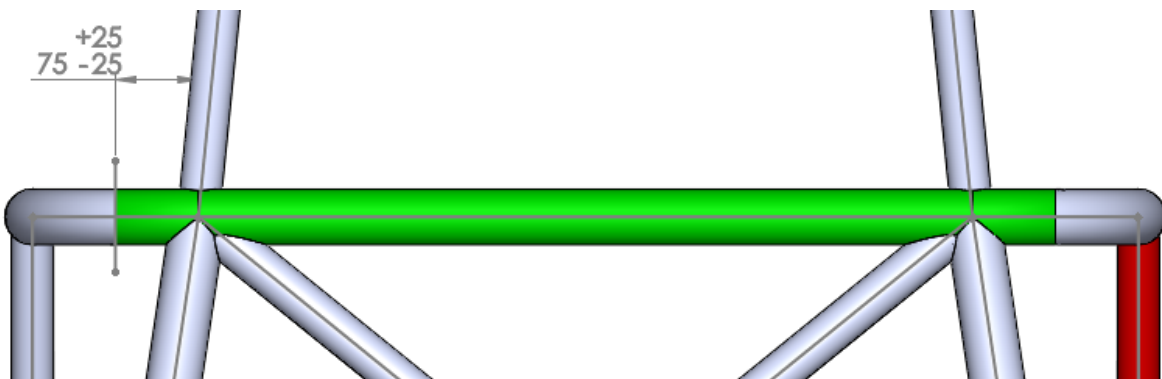
Como se puede ver en la tabla anterior, los valores de las fuerzas se calculan con la masa del vehículo en condiciones de carrera más **75 80** o **150 160** kg según el grupo. Posteriormente, esta masa total se debe multiplicar por un valor en función del ensayo que se lleve a cabo.

A continuación se detalla, para cada grupo, como se deben aplicar las cargas. Las indicaciones se acompañan de unos dibujos orientativos donde se resaltan con colores las barras sobre las cuales se deben aplicar las cargas.

4.1.1. Prototipos E1 Nacional y E2 Nacional

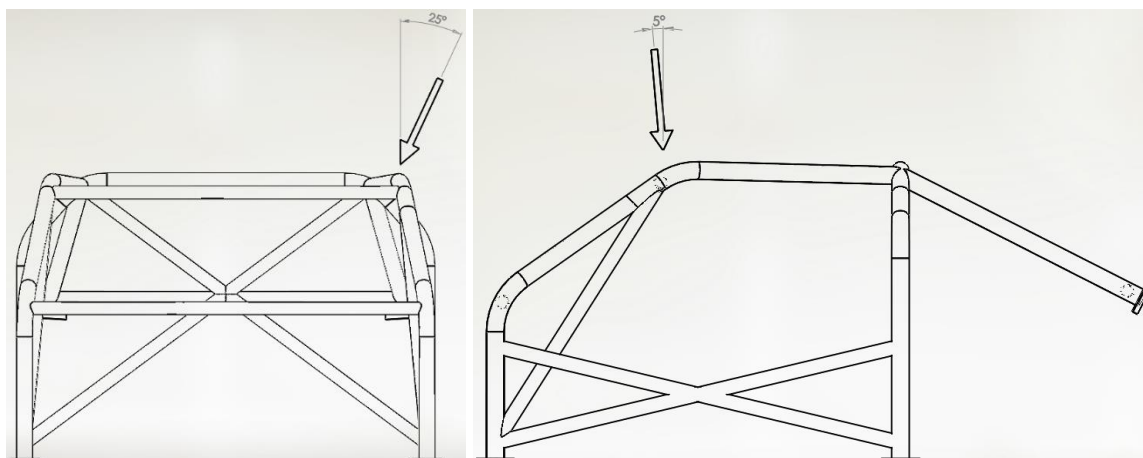
Se deberán aplicar 3 tipos de carga, resultantes en 3 estudios diferentes, sobre la estructura:

1. **Carga Vertical:** carga uniformemente repartida en sentido descendente de valor 7,5P daN sobre la **superficie coloreada y según las cotas indicadas**, ~~parte horizontal del arco principal incluyendo la zona de unión de los tirantes longitudinales delanteros y traseros~~ tal y como se muestra en el siguiente dibujo.



Dibujo 8 - Vista en planta de detalle del arco principal, cotas en mm

2. **Carga Frontal:** carga uniformemente repartida hacia el interior de la estructura de valor 3,5P daN sobre el semiarco lateral a la altura del miembro transversal delantero. Esta carga estar orientada de la siguiente manera:

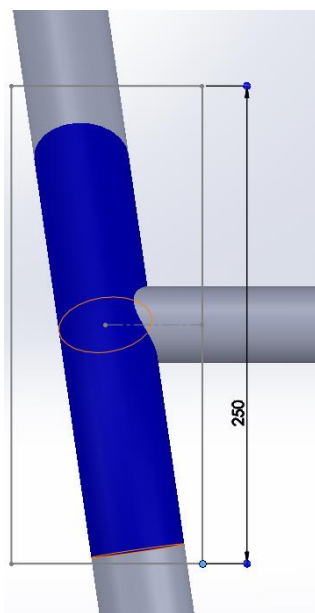


Dibujo 9 - Vista Frontal y Lateral con los ángulos que definen la dirección de la fuerza

Un método alternativo para orientar la carga es descomponer la fuerza en los tres ejes del espacio según los siguientes valores:

- a. 90% de la fuerza nominal en dirección Vertical.
- b. 8% de la fuerza nominal en dirección Longitudinal.
- c. 42% de la fuerza nominal en dirección Transversal.

En proyección vertical, la superficie ocupada por la fuerza uniformemente distribuida no podrá exceder de 250 mm y deberá estar centrada con respecto al miembro transversal delantero.

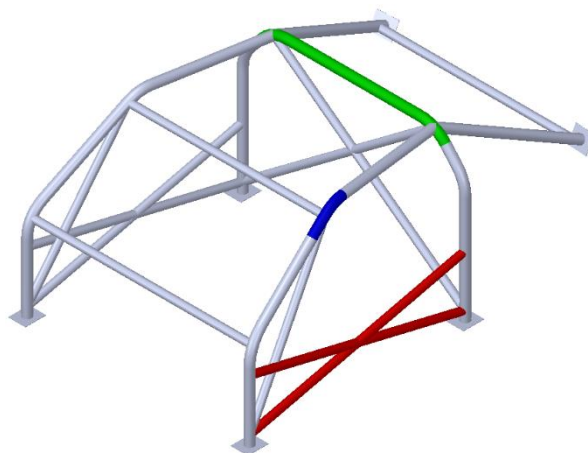


Dibujo 10 - Vista en planta de detalle de la superficie de aplicación de la carga frontal

- 3. **Carga Lateral:** carga uniformemente repartida hacia el interior de la estructura de valor 3,5P daN sobre la totalidad de los refuerzos laterales de las puertas.



En la siguiente imagen orientativa se pueden ver las zonas de aplicación de las diferentes cargas para una estructura de un Prototipo E1 o E2 Nacional.

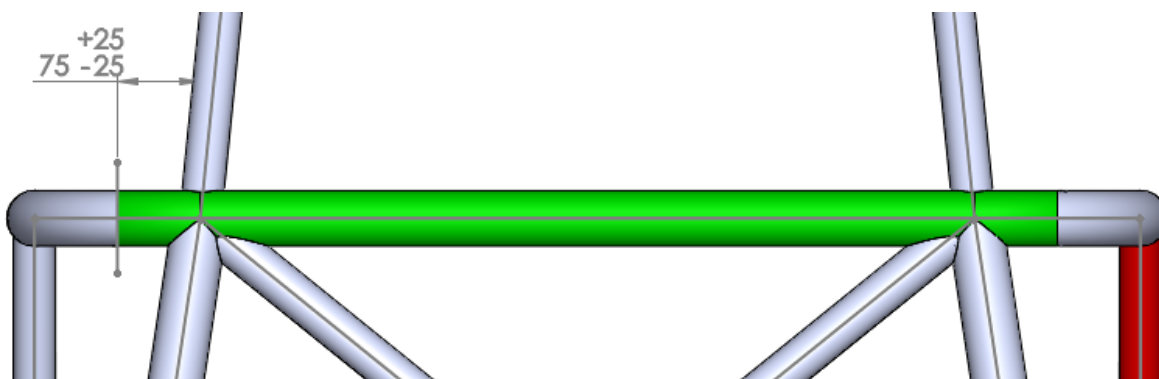


Dibujo 11 - Superficies de aplicación de las cargas de los Prototipos E1 Nacional y E2 Nacional

4.1.2. Buggies Especiales TT, **Buggies Challenge** y **Buggies Monoplaza**

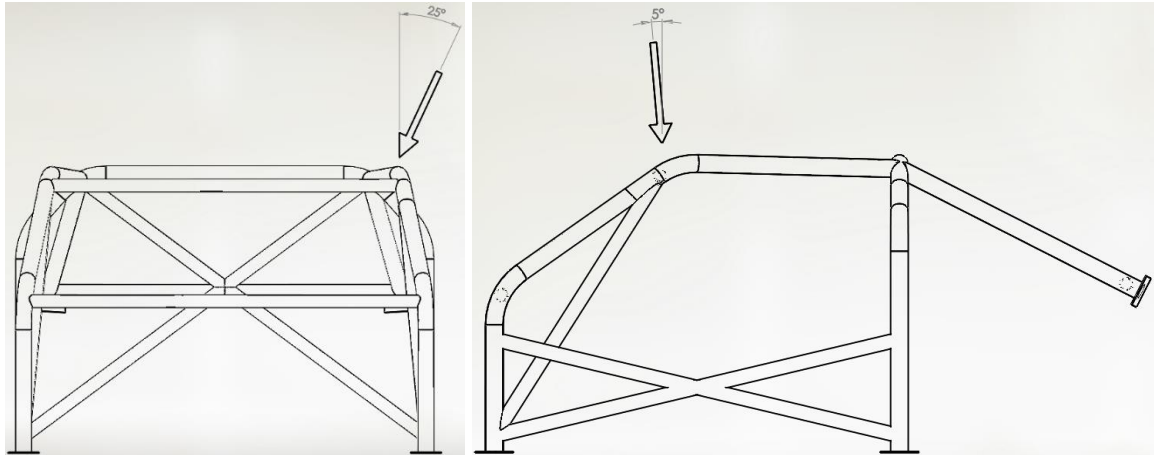
Se deberán aplicar 3 tipos de carga, resultantes en 3 estudios diferentes, sobre la estructura:

1. **Carga Vertical:** carga uniformemente repartida en sentido descendente de valor 7,5P daN sobre la **superficie coloreada y según las cotas indicadas**, ~~parte horizontal del arco principal incluyendo la zona de unión de los tirantes longitudinales delanteros y traseros~~ tal y como se muestra en el siguiente dibujo.



Dibujo 12 - Vista en planta de detalle del arco principal, cotas en mm

2. **Carga Frontal:** carga uniformemente repartida hacia el interior de la estructura de valor 3,5P daN sobre el semiarco lateral a la altura del miembro transversal delantero. Esta carga estar orientada de la siguiente manera:

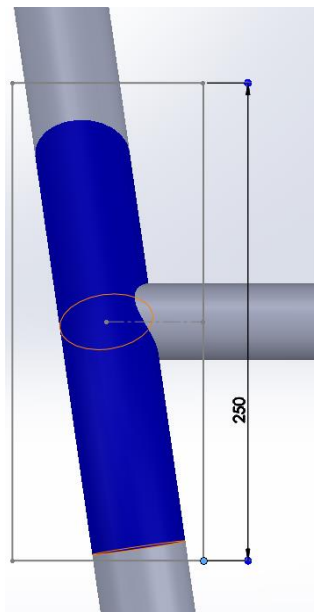


Dibujo 13 - Vista Frontal y Lateral con los ángulos que definen la dirección de la fuerza

Un método alternativo para orientar la carga es descomponer la fuerza en los tres ejes del espacio según los siguientes valores:

- a. 90% de la fuerza nominal en dirección Vertical.
- b. 8% de la fuerza nominal en dirección Longitudinal.
- c. 42% de la fuerza nominal en dirección Transversal.

En proyección vertical, la superficie ocupada por la fuerza uniformemente distribuida no podrá exceder de 250 mm y deberá estar centrada con respecto al miembro transversal delantero.

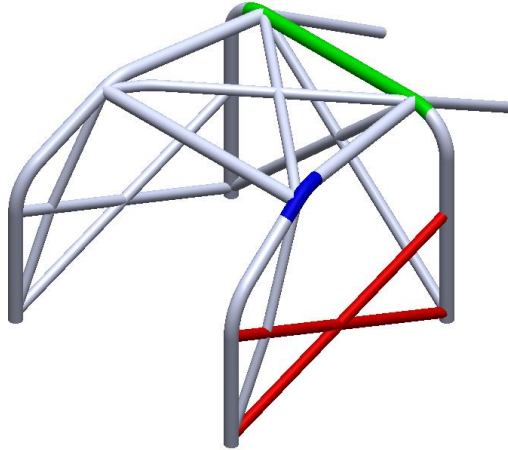


Dibujo 14 - Vista en planta de detalle de la superficie de aplicación de la carga frontal

- 3. **Carga Lateral:** carga uniformemente repartida hacia el interior de la estructura de valor 3,5P daN sobre la totalidad de los refuerzos laterales de las puertas.



En la siguiente imagen orientativa se pueden ver las zonas de aplicación de las diferentes cargas para una estructura de un Buggy.

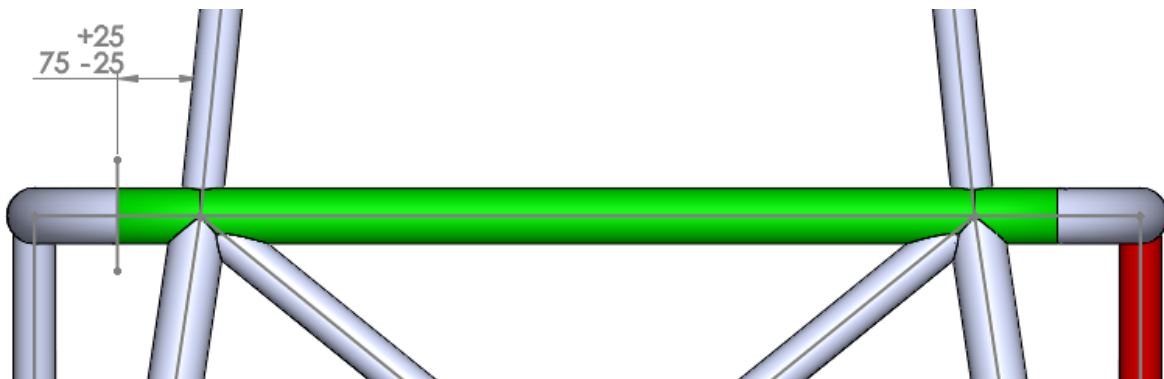


Dibujo 15 - Superficies de aplicación de las cargas de los Buggies Especiales TT

4.1.3. CM Promoción y CM + España

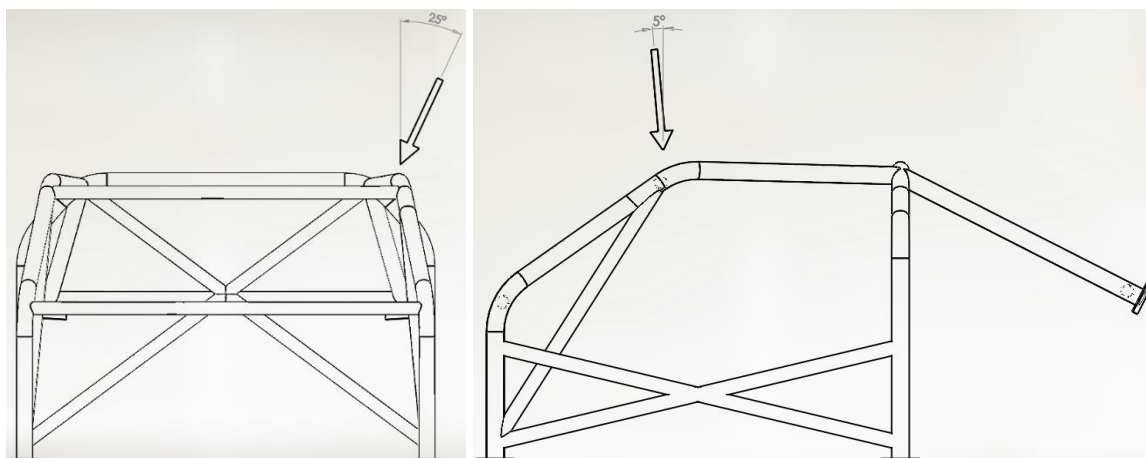
Se deberán aplicar 3 tipos de carga, resultantes en 3 estudios diferentes, sobre la estructura:

1. **Carga Vertical:** carga uniformemente repartida en sentido descendente de valor 7,5P daN sobre la superficie coloreada y según las cotas indicadas, ~~parte horizontal del arco principal incluyendo la zona de unión de los tirantes longitudinales delanteros y traseros~~ tal y como se muestra en el siguiente dibujo.



Dibujo 16 - Vista en planta de detalle del arco principal, cotas en mm

2. **Carga Frontal:** carga uniformemente repartida hacia el interior de la estructura de valor 3,5P daN sobre el semiarco lateral a la altura del miembro transversal delantero. Esta carga estar orientada de la siguiente manera:

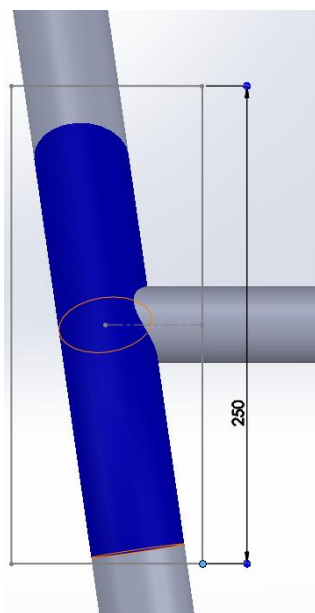


Dibujo 17 - Vista Frontal y Lateral con los ángulos que definen la dirección de la fuerza

Un método alternativo para orientar la carga es descomponer la fuerza en los tres ejes del espacio según los siguientes valores:

- a. 90% de la fuerza nominal en dirección Vertical.
- b. 8% de la fuerza nominal en dirección Longitudinal.
- c. 42% de la fuerza nominal en dirección Transversal.

En proyección vertical, la superficie ocupada por la fuerza uniformemente distribuida no podrá exceder de 250 mm y deberá estar centrada con respecto al miembro transversal delantero.

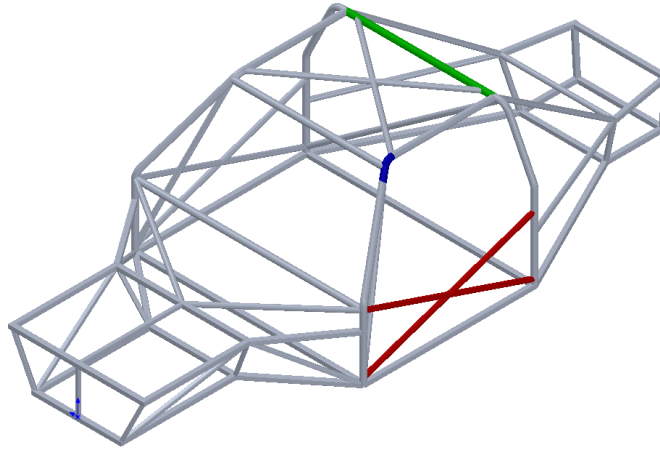


Dibujo 18 - Vista en planta de detalle de la superficie de aplicación de la carga frontal

3. **Carga Lateral:** carga uniformemente repartida hacia el interior de la estructura de valor 3,5P daN sobre la totalidad de los refuerzos laterales de las puertas.



En la siguiente imagen orientativa se pueden ver las zonas de aplicación de las diferentes cargas para una estructura de un CM España.

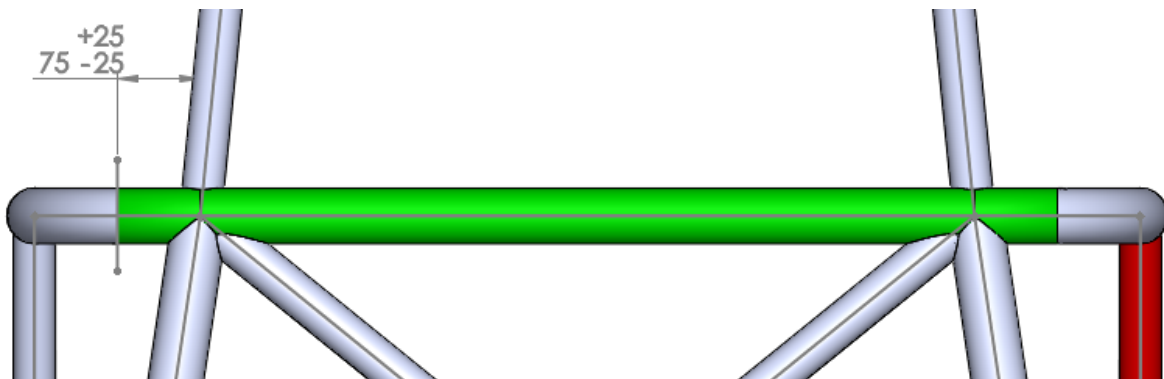


Dibujo 19 - Superficies de aplicación de las cargas de los CM España

4.1.4. Carcross Car Cross y Carcross Car Cross Junior.

Se deberán aplicar 4 tipos de carga, resultantes en 4 estudios diferentes, sobre la estructura:

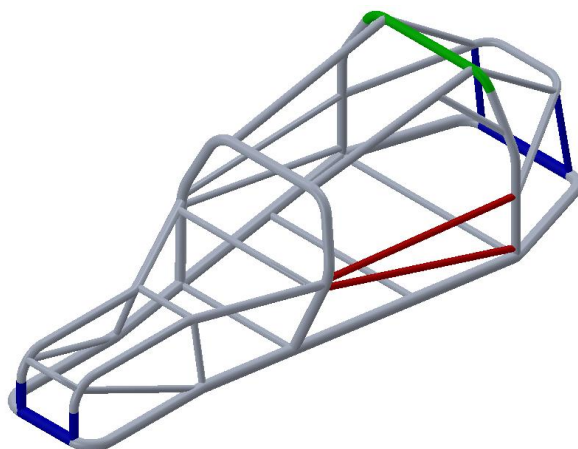
1. **Carga Vertical:** carga uniformemente repartida en sentido descendente de valor 7,5P daN sobre la superficie coloreada y según las cotas indicadas, ~~parte horizontal del arco principal incluyendo la zona de unión de los tirantes longitudinales delanteros y traseros~~ tal y como se muestra en el siguiente dibujo.



Dibujo 20 - Vista en planta de detalle del arco principal, cotas en mm

2. **Carga Longitudinal (x2):** carga uniformemente repartida hacia el interior de la estructura de valor 3,5P daN sobre la parte delantera y la trasera. Se deberá aplicar sobre los tres primeros tramos de las barras de la parte frontal y trasera de la estructura según el ensayo.
3. **Carga Lateral:** carga uniformemente repartida hacia el interior de la estructura de valor 3,5P daN sobre la totalidad de los refuerzos laterales de las puertas.

En la siguiente imagen orientativa se pueden ver las zonas de aplicación de las diferentes cargas para una estructura de un Carcross Car Cross o Carcross Car Cross Junior.



Dibujo 21 - Superficies de aplicación de las cargas de los Careross Car Cross y Careross Car Cross Junior

En el siguiente cuadro resumen se recogen las solicitaciones explicadas en el Art. 4.1.

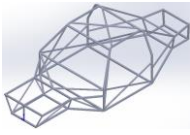
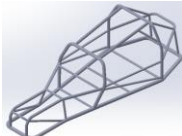
Especialidad	Solicitaciones de carga [daN]					
	P	Vertical	Frontal	Longitudinal	Lateral	Esquema explicativo
Prototipo E1 Nacional Prototipo E2 Nacional	Masa del vehículo [kg] + 150 kg	7,5P	3,5P	N/A	3,5P	
Buggies Especiales TT Buggies Challenge Buggies Monoplaza						
CM Promoción CM+	Masa del vehículo [kg] + 75 kg		N/A	6P		
Car Cross Car Cross Junior						

Tabla 6 - Síntesis de las cargas que hay que aplicar en función del grupo

4.2. Condiciones de contorno

Se deberá restringir el movimiento de la estructura en todos los grados de libertad (desplazamientos y rotación) de cada punto de fijación al chasis. En la siguiente tabla explicativa se puede ver, en morado en la fila superior, los puntos que hay que fijar mientras que en la fila inferior se muestra la superficie correspondiente sobre la que restringir el movimiento.



	Pototipos E1 y E2	Buggies TT	CM España	Carcross y Carcross Junior
Puntos de Fijación				
Superficie de aplicación				

Tabla 7 - Puntos de fijación de la estructura y superficies de aplicación

Se podrán sugerir otros modos de aplicación de las condiciones de contorno, previa solicitud al Departamento Técnico de la R.F.E. de A., si las características de la estructura y las hipótesis de los ensayos lo hacen factible.

4.3. Criterios de aceptación

4.3.1. Desplazamientos

En el instante de aplicación del 100% de la carga, en el ensayo de simulación no podrá existir desplazamiento, como consecuencia de la deformación elástica y/o plástica, superior a 50 mm medidos en cualquier dirección del espacio y en toda la estructura. Esto es de aplicación a cualquiera de los casos de solicitaciones de carga.

4.3.2. Tensiones

En caso de realizar un análisis lineal no se podrá superar el límite elástico del material en toda la estructura. En el caso de superarse el límite elástico, se deberá justificar el ensayo con un análisis no lineal.

En caso de realizar un análisis no lineal no se podrá superar la tensión de rotura del material en toda la estructura.

4.4. Resultados

Los resultados de los ensayos deberán presentarse, incluidos en el Proyecto Técnico, de la siguiente manera:

1. Descripción completa de la configuración del ensayo (materiales, justificación de las cargas aplicadas, condiciones de contorno, características del mallado, etc.).
2. Imágenes de los resultados obtenidos, tanto de tensiones como desplazamientos y su leyenda correspondiente, que debe ser legible y estar escalada adecuadamente.
3. Conclusión con un cuadro resumen que recoja los valores máximos de tensiones, desplazamientos límite elástico, resistencia a tracción y coeficiente de seguridad de cada uno de los ensayos (según el grupo).

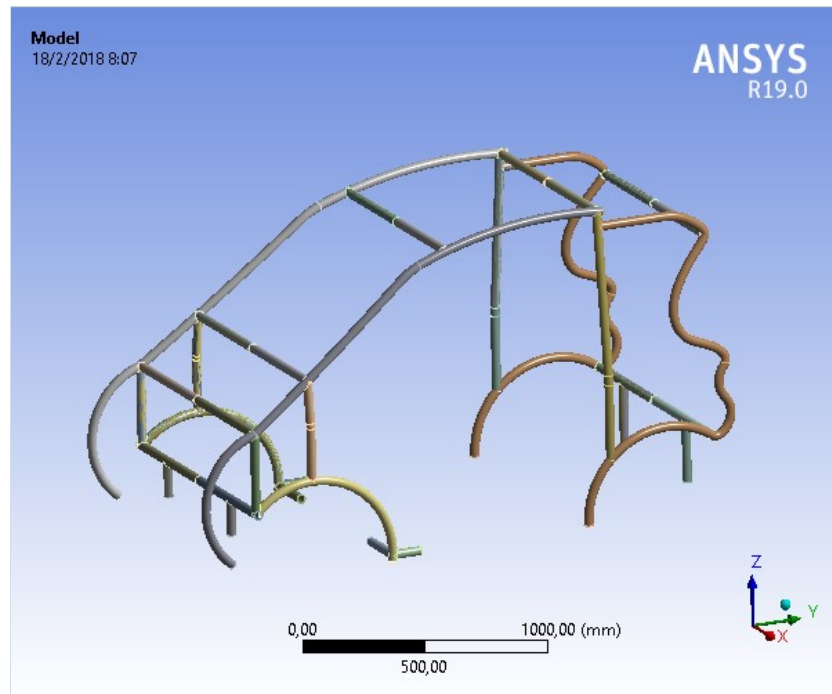


4. Además de los 3 puntos anteriores, es recomendable añadir un informe del ensayo si el programa usado para los estudios por elementos finitos lo puede generar.



Project

First Saved	Sunday, February 18, 2018
Last Saved	Sunday, February 18, 2018
Product Version	19.0 Release
Save Project Before Solution	No
Save Project After Solution	No



Contents

- [Units](#)
- [Model \(A4\)](#)
 - [Geometry](#)
 - [Parts](#)
 - [Coordinate Systems](#)
 - [Connections](#)
 - [Contacts](#)
 - [Contact Regions](#)
 - [Mesh](#)
 - [Static Structural \(A5\)](#)
 - [Analysis Settings](#)
 - [Loads](#)
 - [Solution \(A6\)](#)
 - [Solution Information](#)
 - [Results](#)
- [Material Data](#)
 - [Structural Steel](#)

Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, kg, N, s, mV, mA) Degrees rad/s Celsius
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s
Temperature	Celsius

Model (A4)

Geometry

TABLE 2
Model (A4) > Geometry

Object Name	<i>Geometry</i>
State	Fully Defined
Definition	
Source	D:\ANSYS Inc\v190\Framework\bin\Win64\ANSYS PROYECTOS\CHASIS MONOPLAZA\estructura superior_files\dp0\SYS\DM\SYS.agdb
Type	DesignModeler
Length Unit	Meters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Body Color
Bounding Box	
Length X	1149,3 mm
Length Y	2397,9 mm
Length Z	1346, mm
Properties	
Volume	7,9716e+006 mm ³
Mass	62,577 kg
Scale Factor Value	1,
Statistics	
Bodies	51
Active Bodies	51
Nodes	933934
Elements	235007
Mesh Metric	None
Basic Geometry Options	
Parameters	Independent
Parameter Key	
Attributes	Yes
Attribute Key	
Named Selections	Yes
Named Selection Key	
Material Properties	Yes
Advanced Geometry Options	
Use Associativity	Yes
Coordinate Systems	Yes
Coordinate System Key	
Reader Mode Saves Updated File	No
Use Instances	Yes
Smart CAD Update	Yes

Compare Parts On Update	No
Analysis Type	3-D
Decompose Disjoint Geometry	Yes
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model (A4) > Geometry > Parts

Object Name	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid
State	Meshed										
Graphics Properties											
Visible	Yes										
Transparency	1										
Definition											
Suppressed	No										
Stiffness Behavior	Flexible										
Coordinate System	Default Coordinate System										
Reference Temperature	By Environment										
Behavior	None										
Material											
Assignment	Structural Steel										
Nonlinear Effects	Yes										
Thermal Strain Effects	Yes										
Bounding Box											
Length X	477,54 mm	217,15 mm	38,1 mm	58,652 mm	554,65 mm	38,1 mm	531,9 mm	469,2 mm	38,1 mm	574,65 mm	38,1 mm
Length Y	38,1 mm		123,4 mm	38,1 mm		619,26 mm	38,1 mm				
Length Z	38,1 mm			423,41 mm	38,1 mm	407,13 mm	38,1 mm		151,71 mm	38,1 mm	341,23 mm
Properties											
Volume	1,0523e+005 mm³	45754 mm³	25000 mm³	88533 mm³	1,2265e+005 mm³	1,9274e+005 mm³	1,1754e+005 mm³	1,0338e+005 mm³	31365 mm³	1,3034e+005 mm³	71372 mm³
Mass	0,82608 kg	0,35917 kg	0,19625 kg	0,69499 kg	0,96282 kg	1,513 kg	0,92266 kg	0,81149 kg	0,24622 kg	1,0232 kg	0,56027 kg
Centroid X	-1072,5 mm	-866,19 mm	-750, mm	-754,33 mm	-1034, mm	-750, mm	-1045,3 mm	-1076,6 mm	-999,44 mm	-1017,3 mm	-749,98 mm
Centroid Y	-293,71 mm	-596,41 mm	-528,14 mm	-951, mm	841,8 mm	-826,82 mm	-951,31 mm	387,94 mm	-1203,8 mm		-1203,6 mm
Centroid Z	1413,1 mm	185,12 mm	185,07 mm	757,78 mm	485,56 mm	440,71 mm	970,27 mm	1481, mm	361,31 mm	443,77 mm	614,7 mm
Moment of Inertia Ip1	267,29 kg·mm²	116,3 kg·mm²	231,35 kg·mm²	8950,1 kg·mm²	311,19 kg·mm²	75214 kg·mm²	298,91 kg·mm²	262,56 kg·mm²	434,69 kg·mm²	331,01 kg·mm²	4721,1 kg·mm²
Moment of Inertia Ip2	14906 kg·mm²	1273,6 kg·mm²	63,682 kg·mm²	8961,1 kg·mm²	23542 kg·mm²	7501,5 kg·mm²	20756 kg·mm²	14123 kg·mm²	432,99 kg·mm²	28180 kg·mm²	4721,4 kg·mm²
Moment of Inertia Ip3	14905 kg·mm²	1274,5 kg·mm²	233,12 kg·mm²	232,21 kg·mm²	23541 kg·mm²	68202 kg·mm²	20755 kg·mm²	14122 kg·mm²	79,884 kg·mm²	28180 kg·mm²	181,52 kg·mm²
Statistics											
Nodes	5287	2495	900	4663	4982	9130	6566	4874	1507	48134	3495
Elements	2594	1200	405	2278	2444	4526	3217	2393	706	7320	1709
Mesh Metric	None										

TABLE 4
Model (A4) > Geometry > Parts

Object Name	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid
State	Meshed										
Graphics Properties											
Visible	Yes										
Transparency	1										
Definition											
Suppressed	No										
Stiffness Behavior	Flexible										
Coordinate System	Default Coordinate System										
Reference Temperature	By Environment										
Behavior	None										
Material											
Assignment	Structural Steel										
Nonlinear Effects	Yes										
Thermal Strain Effects	Yes										

Bounding Box											
Length X	115,82 mm	38,1 mm	121,36 mm	124,42 mm	551,26 mm	488,97 mm	531,9 mm	469,2 mm	551,26 mm	38,1 mm	
Length Y	685,31 mm	38,1 mm		1865,6 mm	38,1 mm					619,26 mm	38,1 mm
Length Z	1254,4 mm	265, mm	1037,5 mm	1276,9 mm	38,1 mm					407,13 mm	341,23 mm
Properties											
Volume	5,5234e+005 mm³	57060 mm³	2,3251e+005 mm³	5,7482e+005 mm³	1,2214e+005 mm³	1,0781e+005 mm³	1,1753e+005 mm³	1,0335e+005 mm³	1,2217e+005 mm³	1,9272e+005 mm³	71365 mm³
Mass	4,3359 kg	0,44792 kg	1,8252 kg	4,5123 kg	0,95879 kg	0,84631 kg	0,92263 kg	0,81128 kg	0,95903 kg	1,5128 kg	0,56021 kg
Centroid X	-775,1 mm	-999,44 mm	-777,95 mm	-792,09 mm	-1035,2 mm	-1066,8 mm	-1564, mm	-1532,6 mm	-1574,1 mm	-1859,3 mm	
Centroid Y	678,62 mm	841,81 mm	387,94 mm	-688,23 mm	-1203,8 mm	861,13 mm	-951,31 mm	387,94 mm	-1203,8 mm	-826,84 mm	-1203,6 mm
Centroid Z	849,19 mm	346,41 mm	956,51 mm	1061, mm	785,02 mm	1319,9 mm	970,26 mm	1481, mm	785,01 mm	440,72 mm	614,71 mm
Moment of Inertia Ip1	7,9633e+005 kg·mm²	2432,7 kg·mm²	1,5884e+005 kg·mm²	2,1224e+006 kg·mm²	310,52 kg·mm²	273,76 kg·mm²	298,7 kg·mm²	262,44 kg·mm²	310,42 kg·mm²	75209 kg·mm²	4720,3 kg·mm²
Moment of Inertia Ip2	6,5454e+005 kg·mm²	2431,1 kg·mm²	1,5894e+005 kg·mm²	59719 kg·mm²	23253 kg·mm²	16006 kg·mm²	20746 kg·mm²	14117 kg·mm²	23246 kg·mm²	7501,1 kg·mm²	4720,7 kg·mm²
Moment of Inertia Ip3	1,4359e+005 kg·mm²	145,33 kg·mm²	691,28 kg·mm²	2,0646e+006 kg·mm²	23253 kg·mm²	16008 kg·mm²	20744 kg·mm²	14116 kg·mm²	23247 kg·mm²	68198 kg·mm²	181,46 kg·mm²
Statistics											
Nodes	24016	2480	11745	167730	6596	6038	5990	4850	5854	9161	4155
Elements	11936	1184	5823	23940	3232	2938	2947	2379	2866	4536	2029
Mesh Metric	None										

TABLE 5
Model (A4) > Geometry > Parts

Object Name	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid
State	Meshed										
Graphics Properties											
Visible	Yes										
Transparency	1										
Definition											
Suppressed	No										
Stiffness Behavior	Flexible										
Coordinate System	Default Coordinate System										
Reference Temperature	By Environment										
Behavior	None										
Material											
Assignment	Structural Steel										
Nonlinear Effects	Yes										
Thermal Strain Effects	Yes										
Bounding Box											
Length X	574,65 mm	38,1 mm	554,65 mm	58,652 mm	38,1 mm	217,15 mm	477,54 mm	38,1 mm	124,42 mm	488,97 mm	121,36 mm
Length Y	38,1 mm				123,4 mm	38,1 mm			1865,6 mm	38,1 mm	
Length Z	38,1 mm	151,71 mm	38,1 mm	423,41 mm	38,1 mm			265, mm	1276,9 mm	38,1 mm	1037,5 mm
Properties											
Volume	1,3034e+005 mm³	31365 mm³	1,2272e+005 mm³	88546 mm³	25003 mm³	45765 mm³	1,0523e+005 mm³	57054 mm³	5,8028e+005 mm³	1,0781e+005 mm³	2,3243e+005 mm³
Mass	1,0232 kg	0,24622 kg	0,96335 kg	0,69509 kg	0,19627 kg	0,35926 kg	0,82603 kg	0,44788 kg	4,5552 kg	0,84632 kg	1,8246 kg
Centroid X	-1592, mm	-1609,9 mm	-1575,3 mm	-1855, mm	-1859,3 mm	-1743,1 mm	-1536,8 mm	-1609,9 mm	-1817,2 mm	-1542,5 mm	-1831,4 mm
Centroid Y	-1203,8 mm		841,8 mm	-950,99 mm	-528,14 mm	-596,41 mm	-293,7 mm	841,8 mm	-688,31 mm	861,13 mm	387,93 mm
Centroid Z	443,77 mm	361,31 mm	485,56 mm	757,92 mm	185,07 mm	185,1 mm	1413, mm	346,4 mm	1060,9 mm	1319,9 mm	956,47 mm
Moment of Inertia Ip1	331,01 kg·mm²	434,69 kg·mm²	311,24 kg·mm²	8959,6 kg·mm²	231,34 kg·mm²	116,26 kg·mm²	267,48 kg·mm²	2432,1 kg·mm²	2,1222e+006 kg·mm²	273,75 kg·mm²	1,588e+005 kg·mm²
Moment of Inertia Ip2	28180 kg·mm²	432,99 kg·mm²	23545 kg·mm²	8970,6 kg·mm²	63,682 kg·mm²	1273,4 kg·mm²	14912 kg·mm²	2430,6 kg·mm²	59717 kg·mm²	16006 kg·mm²	1,589e+005 kg·mm²
Moment of Inertia Ip3	28180 kg·mm²	79,884 kg·mm²	23544 kg·mm²	232,37 kg·mm²	233,15 kg·mm²	1274,3 kg·mm²	14911 kg·mm²	145,29 kg·mm²	2,0643e+006 kg·mm²	16007 kg·mm²	691,25 kg·mm²
Statistics											
Nodes	48134	1402	6305	5188	1064	2006	5822	2615	167730	6515	11833
Elements	7320	656	3093	2537	489	956	2865	1261	23940	3179	5863
Mesh Metric	None										

TABLE 6
Model (A4) > Geometry > Parts

Object Name	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>
State	Meshed										
Graphics Properties											
Visible	Yes										
Transparency	1										
Definition											
Suppressed	No										
Stiffness Behavior	Flexible										
Coordinate System	Default Coordinate System										
Reference Temperature	By Environment										
Behavior	None										
Material											
Assignment	Structural Steel										
Nonlinear Effects	Yes										
Thermal Strain Effects	Yes										
Bounding Box											
Length X	115,82 mm	477,54 mm	469,2 mm	488,97 mm	58,652 mm	551,26 mm	531,9 mm	38,1 mm	217,15 mm	115,82 mm	
Length Y	685,31 mm	38,1 mm							123,4 mm	38,1 mm	685,31 mm
Length Z	1254,4 mm	38,1 mm			423,41 mm	38,1 mm		151,71 mm	38,1 mm	1254,4 mm	
Properties											
Volume	5,1182e+005 mm³	1,0523e+005 mm³	1,0335e+005 mm³	1,0781e+005 mm³	88546 mm³	1,2217e+005 mm³	1,1753e+005 mm³	31365 mm³	25003 mm³	45765 mm³	5,1182e+005 mm³
Mass	4,0178 kg	0,82603 kg	0,81128 kg	0,84632 kg	0,69509 kg	0,95903 kg	0,92263 kg	0,24622 kg	0,19627 kg	0,35926 kg	4,0178 kg
Centroid X	-1834,2 mm	-1536,8 mm	-1532,7 mm	-1542,5 mm	-1854,9 mm	-1574,1 mm	-1564, mm	-1609,9 mm	-1859,3 mm	-1743,1 mm	-1834,2 mm
Centroid Y	678,62 mm	-293,7 mm	387,94 mm	861,13 mm	-950,99 mm	-1203,8 mm	-951,31 mm	-1203,8 mm	-528,14 mm	-596,41 mm	678,63 mm
Centroid Z	849,19 mm	1413, mm	1480,9 mm	1319,9 mm	757,91 mm	785,02 mm	970,26 mm	361,31 mm	185,07 mm	185,1 mm	849,18 mm
Moment of Inertia Ip1	7,9632e+005 kg·mm²	267,56 kg·mm²	262,8 kg·mm²	273,62 kg·mm²	8955,5 kg·mm²	310,57 kg·mm²	298,98 kg·mm²	433,86 kg·mm²	231,33 kg·mm²	116,23 kg·mm²	7,9628e+005 kg·mm²
Moment of Inertia Ip2	6,5453e+005 kg·mm²	14917 kg·mm²	14131 kg·mm²	16001 kg·mm²	8966,6 kg·mm²	23254 kg·mm²	20758 kg·mm²	432,26 kg·mm²	63,676 kg·mm²	1273, kg·mm²	6,5451e+005 kg·mm²
Moment of Inertia Ip3	1,4359e+005 kg·mm²	14915 kg·mm²	14130 kg·mm²	16002 kg·mm²	232,25 kg·mm²	23255 kg·mm²	20759 kg·mm²	79,661 kg·mm²	233,13 kg·mm²	1273,9 kg·mm²	1,4358e+005 kg·mm²
Statistics											
Nodes	24104	5644	5399	5555	4486	5647	5477	1906	724	2288	24118
Elements	11989	2788	2639	2718	2196	2782	2694	911	325	1094	11995
Mesh Metric	None										

TABLE 7
Model (A4) > Geometry > Parts

Object Name	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid
State	Meshed						
Graphics Properties							
Visible	Yes						
Transparency	1						
Definition							
Suppressed	No						
Stiffness Behavior	Flexible						
Coordinate System	Default Coordinate System						
Reference Temperature	By Environment						
Behavior	None						
Material							
Assignment	Structural Steel						
Nonlinear Effects	Yes						
Thermal Strain Effects	Yes						
Bounding Box							
Length X	121,36 mm	38,1 mm		574,65 mm	124,42 mm	38,1 mm	554,65 mm
Length Y	38,1 mm	619,26 mm	38,1 mm		1865,6 mm	38,1 mm	
Length Z	1037,5 mm	407,13 mm	265, mm	38,1 mm	1276,9 mm	341,23 mm	38,1 mm
Properties							
Volume	2,3243e+005 mm³	1,9272e+005 mm³	57054 mm³	1,3034e+005 mm³	5,8028e+005 mm³	71365 mm³	1,2272e+005 mm³
Mass	1,8246 kg	1,5128 kg	0,44788 kg	1,0232 kg	4,5552 kg	0,56021 kg	0,96335 kg
Centroid X	-1831,4 mm	-1859,3 mm	-1609,9 mm	-1592, mm	-1817,2 mm	-1859,3 mm	-1575,3 mm
Centroid Y	387,94 mm	-826,81 mm	841,81 mm	-1203,8 mm	-688,31 mm	-1203,6 mm	841,8 mm
Centroid Z	956,58 mm	440,7 mm	346,4 mm	443,77 mm	1060,9 mm	614,72 mm	485,56 mm
Moment of Inertia Ip1	1,5886e+005 kg·mm²	75224 kg·mm²	2428, kg·mm²	331,01 kg·mm²	2,1222e+006 kg·mm²	4720,5 kg·mm²	311,27 kg·mm²

Moment of Inertia Ip2	1,5896e+005 kg·mm ²	7503,5 kg·mm ²	2426,7 kg·mm ²	28180 kg·mm ²	59717 kg·mm ²	4720,9 kg·mm ²	23550 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip3	691,63 kg·mm ²	68211 kg·mm ²	144,9 kg·mm ²	28180 kg·mm ²	2,0643e+006 kg·mm ²	181,44 kg·mm ²	23548 kg·mm ²
Statistics							
Nodes	11350	9533	2964	46664	167730	4263	6820
Elements	5642	4717	1434	6954	23940	2080	3348
Mesh Metric	None						

Coordinate Systems

TABLE 8
Model (A4) > Coordinate Systems > Coordinate System

Object Name	<i>Global Coordinate System</i>
State	Fully Defined
Definition	
Type	Cartesian
Coordinate System ID	0,
Origin	
Origin X	0, mm
Origin Y	0, mm
Origin Z	0, mm
Directional Vectors	
X Axis Data	[1, 0, 0,]
Y Axis Data	[0, 1, 0,]
Z Axis Data	[0, 0, 1,]

Connections

TABLE 9
Model (A4) > Connections

Object Name	<i>Connections</i>
State	Fully Defined
Auto Detection	
Generate Automatic Connection On Refresh	Yes
Transparency	
Enabled	Yes

TABLE 10
Model (A4) > Connections > Contacts

Object Name	<i>Contacts</i>
State	Fully Defined
Definition	
Connection Type	Contact
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Auto Detection	
Tolerance Type	Slider
Tolerance Slider	0,
Tolerance Value	7,4508 mm
Use Range	No
Face/Face	Yes
Face Overlap Tolerance	Off
Cylindrical Faces	Include
Face/Edge	No
Edge/Edge	No
Priority	Include All
Group By	Bodies
Search Across	Bodies
Statistics	
Connections	141
Active Connections	141

TABLE 11
Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions											
Object Name	Contact Region	Contact Region 2	Contact Region 3	Contact Region 4	Contact Region 5	Contact Region 6	Contact Region 7	Contact Region 8	Contact Region 9	Contact Region 10	Contact Region 11
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	2 Faces			1 Face	2 Faces			1 Face	2 Faces		
Target	2 Faces			1 Face	2 Faces			1 Face	2 Faces		
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										

Scope Mode	Automatic
Behavior	Program Controlled
Trim Contact	Program Controlled
Trim Tolerance	7,4508 mm
Suppressed	No
Advanced	
Formulation	Program Controlled
Small Sliding	Program Controlled
Detection Method	Program Controlled
Penetration Tolerance	Program Controlled
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled
Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Program Controlled
Pinball Region	Program Controlled
Geometric Modification	
Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

TABLE 12
Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 12	Contact Region 13	Contact Region 14	Contact Region 15	Contact Region 16	Contact Region 17	Contact Region 18	Contact Region 19	Contact Region 20	Contact Region 21	Contact Region 22
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	3 Faces	2 Faces	3 Faces	1 Face	2 Faces	3 Faces	2 Faces	1 Face	2 Faces	3 Faces	
Target	3 Faces	2 Faces	3 Faces	1 Face	2 Faces	3 Faces	2 Faces	1 Face	2 Faces	3 Faces	
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target Geometry Correction	None										

TABLE 13
Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 23	Contact Region 24	Contact Region 25	Contact Region 26	Contact Region 27	Contact Region 28	Contact Region 29	Contact Region 30	Contact Region 31	Contact Region 32	Contact Region 33
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	2 Faces	3 Faces	1 Face		3 Faces	1 Face	4 Faces	2 Faces		3 Faces	2 Faces
Target	2 Faces	3 Faces	1 Face		4 Faces	1 Face	4 Faces	2 Faces		3 Faces	2 Faces
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										

Advanced	
Formulation	Program Controlled
Small Sliding	Program Controlled
Detection Method	Program Controlled
Penetration Tolerance	Program Controlled
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled
Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Program Controlled
Pinball Region	Program Controlled
Geometric Modification	
Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

TABLE 14
Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 34	Contact Region 35	Contact Region 36	Contact Region 37	Contact Region 38	Contact Region 39	Contact Region 40	Contact Region 41	Contact Region 42	Contact Region 43	Contact Region 44
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	3 Faces		1 Face		2 Faces	1 Face	3 Faces		2 Faces	1 Face	3 Faces
Target	3 Faces		1 Face		2 Faces	1 Face	3 Faces		2 Faces	1 Face	3 Faces
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target Geometry Correction	None										

TABLE 15
Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 45	Contact Region 46	Contact Region 47	Contact Region 48	Contact Region 49	Contact Region 50	Contact Region 51	Contact Region 52	Contact Region 53	Contact Region 54	Contact Region 55
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	1 Face	2 Faces	1 Face	3 Faces	4 Faces	3 Faces	1 Face		3 Faces	2 Faces	
Target	1 Face	2 Faces	1 Face	4 Faces	3 Faces	4 Faces	1 Face		3 Faces	2 Faces	
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										

Penetration Tolerance	Program Controlled
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled
Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Program Controlled
Pinball Region	Program Controlled
Geometric Modification	
Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

TABLE 16
Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 56	Contact Region 57	Contact Region 58	Contact Region 59	Contact Region 60	Contact Region 61	Contact Region 62	Contact Region 63	Contact Region 64	Contact Region 65	Contact Region 66
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	2 Faces				3 Faces		1 Face	3 Faces		1 Face	
Target	2 Faces				3 Faces		1 Face	3 Faces	4 Faces	1 Face	
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target Geometry Correction	None										

TABLE 17
Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 67	Contact Region 68	Contact Region 69	Contact Region 70	Contact Region 71	Contact Region 72	Contact Region 73	Contact Region 74	Contact Region 75	Contact Region 76	Contact Region 77
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	3 Faces		5 Faces	2 Faces		3 Faces	2 Faces	3 Faces		2 Faces	
Target	3 Faces	4 Faces	5 Faces	2 Faces		3 Faces	2 Faces	3 Faces		2 Faces	
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										

Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Program Controlled
Pinball Region	Program Controlled
Geometric Modification	
Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

TABLE 18
Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 78	Contact Region 79	Contact Region 80	Contact Region 81	Contact Region 82	Contact Region 83	Contact Region 84	Contact Region 85	Contact Region 86	Contact Region 87	Contact Region 88
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	2 Faces			3 Faces	2 Faces	8 Faces	1 Face	2 Faces		1 Face	3 Faces
Target	2 Faces			3 Faces	2 Faces	8 Faces	1 Face	2 Faces		1 Face	3 Faces
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target Geometry Correction	None										

TABLE 19
Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 89	Contact Region 90	Contact Region 91	Contact Region 92	Contact Region 93	Contact Region 94	Contact Region 95	Contact Region 96	Contact Region 97	Contact Region 98	Contact Region 99
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	1 Face	2 Faces	1 Face	3 Faces	2 Faces		3 Faces	2 Faces	3 Faces	2 Faces	
Target	1 Face	2 Faces	1 Face	3 Faces	2 Faces		3 Faces	2 Faces	3 Faces	2 Faces	
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											

Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

TABLE 20
Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 100	Contact Region 101	Contact Region 102	Contact Region 103	Contact Region 104	Contact Region 105	Contact Region 106	Contact Region 107	Contact Region 108	Contact Region 109	Contact Region 110
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	2 Faces			3 Faces	2 Faces		6 Faces	4 Faces	2 Faces	3 Faces	2 Faces
Target	2 Faces			3 Faces	2 Faces		6 Faces	3 Faces	2 Faces	3 Faces	2 Faces
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target Geometry Correction	None										

TABLE 21
Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 111	Contact Region 112	Contact Region 113	Contact Region 114	Contact Region 115	Contact Region 116	Contact Region 117	Contact Region 118	Contact Region 119	Contact Region 120	Contact Region 121
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	4 Faces	1 Face	4 Faces	7 Faces	2 Faces		5 Faces	4 Faces	2 Faces		1 Face
Target	4 Faces	1 Face	4 Faces	7 Faces	2 Faces		5 Faces	4 Faces	2 Faces		1 Face
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										

Target Geometry Correction	None
----------------------------	------

TABLE 22
Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions											
Object Name	Contact Region 122	Contact Region 123	Contact Region 124	Contact Region 125	Contact Region 126	Contact Region 127	Contact Region 128	Contact Region 129	Contact Region 130	Contact Region 131	Contact Region 132
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	2 Faces		1 Face	2 Faces		3 Faces	1 Face	2 Faces		1 Face	2 Faces
Target	2 Faces		1 Face	2 Faces		3 Faces	1 Face	2 Faces		1 Face	2 Faces
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target Geometry Correction	None										

TABLE 23
Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 133	Contact Region 134	Contact Region 135	Contact Region 136	Contact Region 137	Contact Region 138	Contact Region 139	Contact Region 140	Contact Region 141
State	Fully Defined								
Scope									
Scoping Method	Geometry Selection								
Contact	2 Faces	4 Faces	2 Faces		3 Faces	1 Face	2 Faces	3 Faces	4 Faces
Target	2 Faces	4 Faces	2 Faces		3 Faces	1 Face	2 Faces	3 Faces	
Contact Bodies	Solid								
Target Bodies	Solid								
Protected	No								
Definition									
Type	Bonded								
Scope Mode	Automatic								
Behavior	Program Controlled								
Trim Contact	Program Controlled								
Trim Tolerance	7,4508 mm								
Suppressed	No								
Advanced									
Formulation	Program Controlled								
Small Sliding	Program Controlled								
Detection Method	Program Controlled								
Penetration Tolerance	Program Controlled								
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled								
Normal Stiffness	Program Controlled								
Update Stiffness	Program Controlled								
Pinball Region	Program Controlled								
Geometric Modification									
Contact Geometry Correction	None								
Target Geometry Correction	None								

Mesh

TABLE 24
Model (A4) > Mesh

Object Name	Mesh
State	Solved
Display	
Display Style	Body Color
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Element Order	Program Controlled
Sizing	
Size Function	Adaptive
Relevance Center	Fine
Element Size	Default
Mesh Defeaturing	Yes
Defeature Size	Default
Transition	Fast
Initial Size Seed	Assembly
Span Angle Center	Coarse
Bounding Box Diagonal	2980,30 mm
Average Surface Area	28084 mm²
Minimum Edge Length	7,6335e-003 mm
Quality	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
Error Limits	Standard Mechanical
Target Quality	Default (0.050000)
Smoothing	High
Mesh Metric	None
Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0,272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Number of Retries	Default (4)
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Topology Checking	Yes
Pinch Tolerance	Please Define
Generate Pinch on Refresh	No
Statistics	
Nodes	933934
Elements	235007

Static Structural (A5)

TABLE 25
Model (A4) > Analysis

Object Name	Static Structural (A5)
State	Solved
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Solver Target	Mechanical APDL
Options	
Environment Temperature	22, °C
Generate Input Only	No

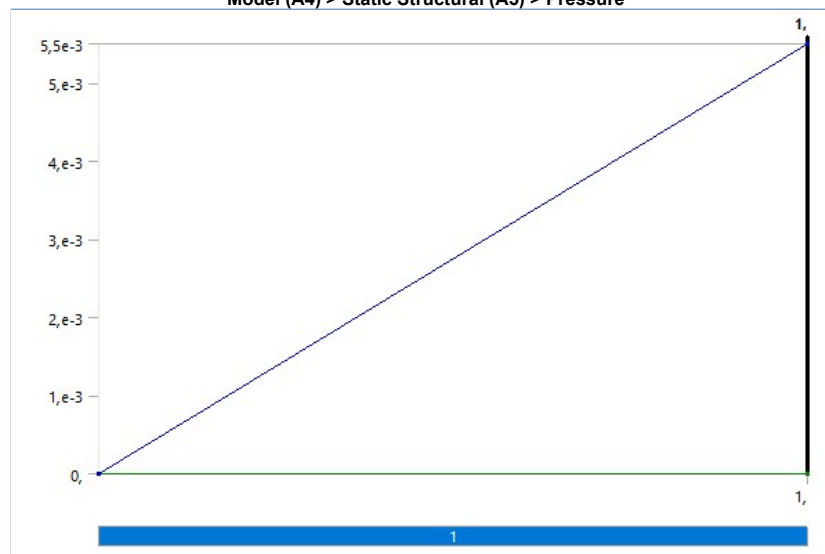
TABLE 26
Model (A4) > Static Structural (A5) > Analysis Settings

Object Name	Analysis Settings
State	Fully Defined
Step Controls	
Number Of Steps	1,
Current Step Number	1,
Step End Time	1, s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Off
Solver Pivot Checking	Program Controlled

Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Rotordynamics Controls	
Coriolis Effect	Off
Restart Controls	
Generate Restart Points	Program Controlled
Retain Files After Full Solve	No
Combine Restart Files	Program Controlled
Nonlinear Controls	
Newton-Raphson Option	Program Controlled
Force Convergence	Program Controlled
Moment Convergence	Program Controlled
Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
Stabilization	Off
Output Controls	
Stress	Yes
Strain	Yes
Nodal Forces	No
Contact Miscellaneous	No
General Miscellaneous	No
Store Results At	All Time Points
Analysis Data Management	
Solver Files Directory	D:\ANSYS Inc\v190\Framework\bin\Win64\ANSYS PROYECTOS\CHASIS MONOPLAZA\estructura superior_files\dp0\SYS\MECH\
Future Analysis	None
Scratch Solver Files Directory	
Save MAPDL db	No
Contact Summary	Program Controlled
Delete Unneeded Files	Yes
Nonlinear Solution	No
Solver Units	Active System
Solver Unit System	mm

TABLE 27		
Model (A4) > Static Structural (A5) > Loads		
Object Name	Pressure	Fixed Support
State	Fully Defined	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	16 Faces	8 Faces
Definition		
Type	Pressure	Fixed Support
Define By	Components	
Coordinate System	Global Coordinate System	
X Component	0, MPa (ramped)	
Y Component	0, MPa (ramped)	
Z Component	5.5e-003 MPa (ramped)	
Suppressed	No	

FIGURE 1
Model (A4) > Static Structural (A5) > Pressure



Solution (A6)

TABLE 28
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution

Object Name	<i>Solution (A6)</i>
State	Solved
Adaptive Mesh Refinement	
Max Refinement Loops	1,
Refinement Depth	2,
Information	
Status	Done
MAPDL Elapsed Time	11 m 17 s
MAPDL Memory Used	8,3096 GB
MAPDL Result File Size	411,13 MB
Post Processing	
Beam Section Results	No
On Demand Stress/Strain	No

TABLE 29
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Solution Information

Object Name	<i>Solution Information</i>
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Identify Element Violations	0
Update Interval	2,5 s
Display Points	All
FE Connection Visibility	
Activate Visibility	Yes
Display	All FE Connectors
Draw Connections Attached To	All Nodes
Line Color	Connection Type
Visible on Results	No
Line Thickness	Single
Display Type	Lines

TABLE 30
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Results

Object Name	Equivalent Stress	Total Deformation
State	Solved	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	All Bodies	
Definition		
Type	Equivalent (von-Mises) Stress	Total Deformation
By	Time	
Display Time	Last	
Calculate Time History	Yes	
Identifier		
Suppressed	No	
Integration Point Results		
Display Option	Averaged	
Average Across Bodies	No	
Results		
Minimum	2,4279e-008 MPa	0, mm
Maximum	530,99 MPa	2,6201 mm
Average	10,959 MPa	0,71378 mm
Minimum Occurs On	Solid	
Maximum Occurs On	Solid	
Information		
Time	1, s	
Load Step	1	
Substep	1	
Iteration Number	1	

FIGURE 2
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Equivalent Stress

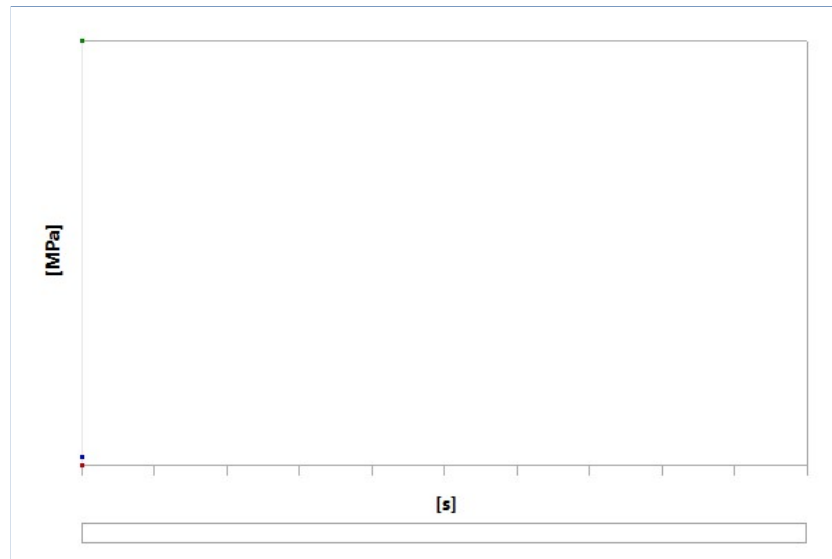


TABLE 31
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Equivalent Stress

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]	Average [MPa]
1,	2,4279e-008	530,99	10,959

FIGURE 3
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Total Deformation

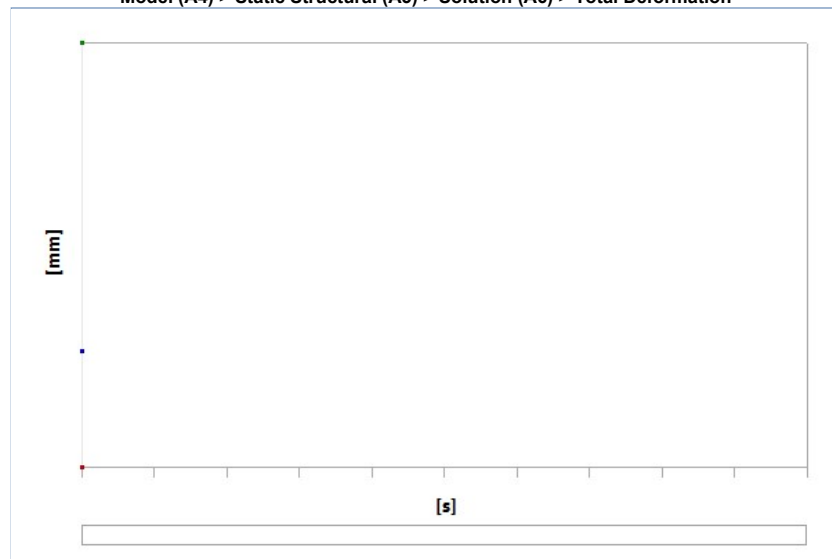


TABLE 32
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Total Deformation

Time [s]	Minimum [mm]	Maximum [mm]	Average [mm]
1,	0,	2,6201	0,71378

Material Data

Structural Steel

TABLE 33
Structural Steel > Constants

Density	7,85e-006 kg mm ⁻³
Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion	1,2e-005 C ⁻¹
Specific Heat Constant Pressure	4,34e+005 mJ kg ⁻¹ C ⁻¹
Isotropic Thermal Conductivity	6,05e-002 W mm ⁻¹ C ⁻¹
Isotropic Resistivity	1,7e-004 ohm mm

TABLE 34
Structural Steel > Color

Red	Green	Blue
-----	-------	------

132, 139, 179,

TABLE 35
Structural Steel > Compressive Ultimate Strength

Compressive Ultimate Strength MPa
0,

TABLE 36
Structural Steel > Compressive Yield Strength

Compressive Yield Strength MPa
250,

TABLE 37
Structural Steel > Tensile Yield Strength

Tensile Yield Strength MPa
250,

TABLE 38
Structural Steel > Tensile Ultimate Strength

Tensile Ultimate Strength MPa
460,

TABLE 39
Structural Steel > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Zero-Thermal-Strain Reference Temperature C
22,

TABLE 40
Structural Steel > Alternating Stress Mean Stress

Alternating Stress MPa	Cycles	Mean Stress MPa
3999,	10,	0,
2827,	20,	0,
1896,	50,	0,
1413,	100,	0,
1069,	200,	0,
441,	2000,	0,
262,	10000,	0,
214,	20000,	0,
138,	1,e+005	0,
114,	2,e+005	0,
86,2	1,e+006	0,

TABLE 41
Structural Steel > Strain-Life Parameters

Strength Coefficient MPa	Strength Exponent	Ductility Coefficient	Ductility Exponent	Cyclic Strength Coefficient MPa	Cyclic Strain Hardening Exponent
920,	-0,106	0,213	-0,47	1000,	0,2

TABLE 42
Structural Steel > Isotropic Elasticity

Temperature C	Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa
	2,e+005	0,3	1,6667e+005	76923

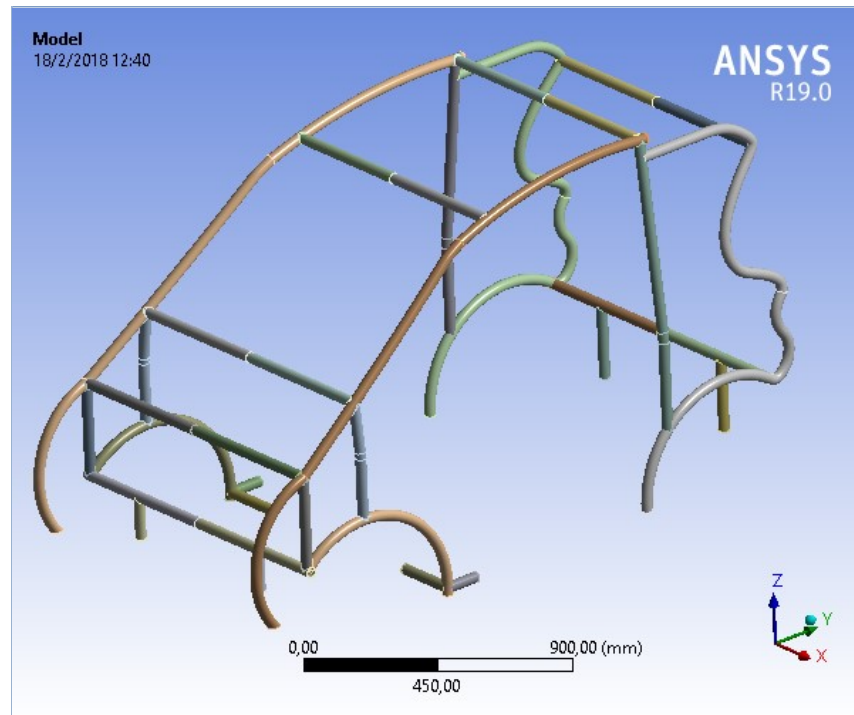
TABLE 43
Structural Steel > Isotropic Relative Permeability

Relative Permeability
10000



Project

First Saved	Sunday, February 18, 2018
Last Saved	Sunday, February 18, 2018
Product Version	19.0 Release
Save Project Before Solution	No
Save Project After Solution	No



Contents

- [Units](#)
- [Model \(B4\)](#)
 - [Geometry](#)
 - [Parts](#)
 - [Coordinate Systems](#)
 - [Connections](#)
 - [Contacts](#)
 - [Contact Regions](#)
 - [Mesh](#)
 - [Static Structural \(B5\)](#)
 - [Analysis Settings](#)
 - [Loads](#)
 - [Solution \(B6\)](#)
 - [Solution Information](#)
 - [Results](#)
- [Material Data](#)
 - [Structural Steel](#)

Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, kg, N, s, mV, mA) Degrees rad/s Celsius
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s
Temperature	Celsius

Model (B4)

Geometry

TABLE 2
Model (B4) > Geometry

Object Name	<i>Geometry</i>
State	Fully Defined
Definition	
Source	D:\ANSYS Inc\v190\Framework\bin\Win64\ANSYS PROYECTOS\CHASIS MONOPLAZA\estructura superior_files\dp0\SYS-1\DM\SYS-1.agdb
Type	DesignModeler
Length Unit	Meters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Body Color
Bounding Box	
Length X	1149,3 mm
Length Y	2397,9 mm
Length Z	1346, mm
Properties	
Volume	5,4102e+006 mm ³
Mass	42,47 kg
Scale Factor Value	1,
Statistics	
Bodies	35
Active Bodies	35
Nodes	1066053
Elements	195966
Mesh Metric	None
Basic Geometry Options	
Parameters	Independent
Parameter Key	
Attributes	Yes
Attribute Key	
Named Selections	Yes
Named Selection Key	
Material Properties	Yes
Advanced Geometry Options	
Use Associativity	Yes
Coordinate Systems	Yes
Coordinate System Key	

Reader Mode Saves Updated File	No
Use Instances	Yes
Smart CAD Update	Yes
Compare Parts On Update	No
Analysis Type	3-D
Decompose Disjoint Geometry	Yes
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model (B4) > Geometry > Parts

Object Name	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	
State	Meshed										
Graphics Properties											
Visible	Yes										
Transparency	1										
Definition											
Suppressed	No										
Stiffness Behavior	Flexible										
Coordinate System	Default Coordinate System										
Reference Temperature	By Environment										
Behavior	None										
Material											
Assignment	Structural Steel										
Nonlinear Effects	Yes										
Thermal Strain Effects	Yes										
Bounding Box											
Length X	477,54 mm	58,652 mm	554,65 mm	38,1 mm	531,9 mm	469,2 mm	38,1 mm	574,65 mm	38,1 mm	488,97 mm	551,26 mm
Length Y	38,1 mm			619,26 mm	38,1 mm						
Length Z	38,1 mm	423,41 mm	38,1 mm	407,13 mm	38,1 mm		151,71 mm	38,1 mm	341,23 mm	38,1 mm	
Properties											
Volume	1,0523e+005 mm³	88533 mm³	1,2581e+005 mm³	1,9274e+005 mm³	1,1754e+005 mm³	1,0338e+005 mm³	31365 mm³	1,3034e+005 mm³	71372 mm³	1,1091e+005 mm³	1,2214e+005 mm³
Mass	0,82608 kg	0,69499 kg	0,98759 kg	1,513 kg	0,92266 kg	0,81149 kg	0,24622 kg	1,0232 kg	0,56027 kg	0,87064 kg	0,95879 kg
Centroid X	-1072,5 mm	-754,33 mm	-1027,3 mm	-750, mm	-1045,3 mm	-1076,6 mm	-999,44 mm	-1017,3 mm	-749,98 mm	-1060,2 mm	-1035,2 mm
Centroid Y	-293,71 mm	-951, mm	841,81 mm	-826,82 mm	-951,31 mm	387,94 mm	-1203,8 mm		-1203,6 mm	861,11 mm	-1203,8 mm
Centroid Z	1413,1 mm	757,78 mm	485,56 mm	440,71 mm	970,27 mm	1481, mm	361,31 mm	443,77 mm	614,7 mm	1319,9 mm	785,02 mm
Moment of Inertia Ip1	267,29 kg·mm²	8950,1 kg·mm²	319,49 kg·mm²	75214 kg·mm²	298,91 kg·mm²	262,56 kg·mm²	434,69 kg·mm²	331,01 kg·mm²	4721,1 kg·mm²	281,65 kg·mm²	310,52 kg·mm²
Moment of Inertia Ip2	14906 kg·mm²	8961,1 kg·mm²	25350 kg·mm²	7501,5 kg·mm²	20756 kg·mm²	14123 kg·mm²	432,99 kg·mm²	28180 kg·mm²	4721,4 kg·mm²	17400 kg·mm²	23253 kg·mm²
Moment of Inertia Ip3	14905 kg·mm²	232,21 kg·mm²	25350 kg·mm²	68202 kg·mm²	20755 kg·mm²	14122 kg·mm²	79,884 kg·mm²	28180 kg·mm²	181,52 kg·mm²	17400 kg·mm²	23253 kg·mm²
Statistics											
Nodes	5287	4663	46562	9130	6566	4874	1507	48134	3495	41060	6589
Elements	2594	2278	7080	4526	3217	2393	706	7320	1709	6240	3227
Mesh Metric	None										

TABLE 4
Model (B4) > Geometry > Parts

Object Name	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>
State	Meshed										
Graphics Properties											
Visible	Yes										
Transparency	1										
Definition											
Suppressed	No										
Stiffness Behavior	Flexible										
Coordinate System	Default Coordinate System										
Reference Temperature	By Environment										
Behavior	None										
Material											

Assignment	Structural Steel										
Nonlinear Effects	Yes										
Thermal Strain Effects	Yes										
Bounding Box											
Length X	124,42 mm	121,36 mm	38,1 mm		217,15 mm	115,82 mm	58,652 mm	477,54 mm	124,42 mm	469,2 mm	488,97 mm
Length Y	1865,6 mm	38,1 mm		123,4 mm	38,1 mm	685,31 mm	38,1 mm		1865,6 mm	38,1 mm	
Length Z	1215,1 mm	1037,5 mm	265, mm	38,1 mm		1254,4 mm	423,41 mm	38,1 mm	1215,1 mm	38,1 mm	
Properties											
Volume	5,4889e+005 mm³	2,3251e+005 mm³	57060 mm³	27990 mm³	49255 mm³	5,5766e+005 mm³	88546 mm³	1,0523e+005 mm³	5,7014e+005 mm³	1,0335e+005 mm³	1,1091e+005 mm³
Mass	4,3088 kg	1,8252 kg	0,44792 kg	0,21972 kg	0,38665 kg	4,3777 kg	0,69509 kg	0,82603 kg	4,4756 kg	0,81128 kg	0,87064 kg
Centroid X	-793,22 mm	-777,95 mm	-999,44 mm	-750, mm	-858,58 mm	-775,41 mm	-1855, mm	-1536,8 mm	-1816,1 mm	-1532,7 mm	-1549,1 mm
Centroid Y	-670,66 mm	387,94 mm	841,81 mm	-534,55 mm	-596,25 mm	677,18 mm	-950,99 mm	-293,7 mm	-670,72 mm	387,94 mm	861,11 mm
Centroid Z	1082,4 mm	956,51 mm	346,41 mm	185,1 mm		852,48 mm	757,92 mm	1413, mm	1082,4 mm	1480,9 mm	1319,9 mm
Moment of Inertia Ip1	1,9952e+006 kg·mm²	1,5884e+005 kg·mm²	2432,7 kg·mm²	312,95 kg·mm²	125,08 kg·mm²	8,0642e+005 kg·mm²	8959,6 kg·mm²	267,48 kg·mm²	1,9949e+006 kg·mm²	262,8 kg·mm²	281,65 kg·mm²
Moment of Inertia Ip2	47444 kg·mm²	1,5894e+005 kg·mm²	2431,1 kg·mm²	71,08 kg·mm²	1574,2 kg·mm²	6,6105e+005 kg·mm²	8970,6 kg·mm²	14912 kg·mm²	47433 kg·mm²	14131 kg·mm²	17400 kg·mm²
Moment of Inertia Ip3	1,9496e+006 kg·mm²	691,28 kg·mm²	145,33 kg·mm²	312,95 kg·mm²	1574,2 kg·mm²	1,4718e+005 kg·mm²	232,37 kg·mm²	14911 kg·mm²	1,9492e+006 kg·mm²	14130 kg·mm²	17400 kg·mm²
Statistics											
Nodes	152400	11732	2480	10668	17708	158700	5188	5799	152400	5388	39806
Elements	21750	5818	1184	1600	2622	22650	2537	2852	21750	2634	5928
Mesh Metric	None										

TABLE 5
Model (B4) > Geometry > Parts

Object Name	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid
State	Meshed										
Graphics Properties											
Visible	Yes										
Transparency	1										
Definition											
Suppressed	No										
Stiffness Behavior	Flexible										
Coordinate System	Default Coordinate System										
Reference Temperature	By Environment										
Behavior	None										
Material											
Assignment	Structural Steel										
Nonlinear Effects	Yes										
Thermal Strain Effects	Yes										
Bounding Box											
Length X	574,65 mm	38,1 mm	551,26 mm	38,1 mm		554,65 mm	38,1 mm	217,15 mm	121,36 mm	38,1 mm	531,9 mm
Length Y	38,1 mm			123,4 mm		38,1 mm				619,26 mm	38,1 mm
Length Z	38,1 mm	151,71 mm	38,1 mm	341,23 mm	38,1 mm		265, mm	38,1 mm	1037,5 mm	407,13 mm	38,1 mm
Properties											
Volume	1,3034e+005 mm³	31365 mm³	1,2217e+005 mm³	71365 mm³	27990 mm³	1,2581e+005 mm³	57054 mm³	49255 mm³	2,3243e+005 mm³	1,9272e+005 mm³	1,1753e+005 mm³
Mass	1,0232 kg	0,24622 kg	0,95903 kg	0,56021 kg	0,21972 kg	0,98759 kg	0,44788 kg	0,38665 kg	1,8246 kg	1,5128 kg	0,92263 kg
Centroid X	-1592, mm	-1609,9 mm	-1574,1 mm	-1859,3 mm		-1582, mm	-1609,9 mm	-1750,7 mm	-1831,4 mm	-1859,3 mm	-1564, mm
Centroid Y	-1203,8 mm			-1203,6 mm	-534,55 mm	841,81 mm		-596,25 mm	387,94 mm	-826,81 mm	-951,31 mm
Centroid Z	443,77 mm	361,31 mm	785,02 mm	614,72 mm	185,1 mm	485,56 mm	346,4 mm	185,1 mm	956,58 mm	440,7 mm	970,26 mm
Moment of Inertia Ip1	331,01 kg·mm²	433,86 kg·mm²	310,57 kg·mm²	4720,5 kg·mm²	312,96 kg·mm²	319,49 kg·mm²	2428, kg·mm²	125,08 kg·mm²	1,5886e+005 kg·mm²	75224 kg·mm²	298,98 kg·mm²
Moment of Inertia Ip2	28180 kg·mm²	432,26 kg·mm²	23254 kg·mm²	4720,9 kg·mm²	71,081 kg·mm²	25350 kg·mm²	2426,7 kg·mm²	1574,2 kg·mm²	1,5896e+005 kg·mm²	7503,5 kg·mm²	20758 kg·mm²

Moment of Inertia Ip3	28180 kg·mm ²	79,661 kg·mm ²	23255 kg·mm ²	181,44 kg·mm ²	312,96 kg·mm ²	25350 kg·mm ²	144,9 kg·mm ²	1574,2 kg·mm ²	691,63 kg·mm ²	68211 kg·mm ²	20759 kg·mm ²
Statistics											
Nodes	46664	1906	5644	4268	10668	46562	2964	17708	11350	9533	5450
Elements	6954	911	2775	2081	1600	7080	1434	2622	5642	4717	2676
Mesh Metric	None										

TABLE 6
Model (B4) > Geometry > Parts

Object Name	Solid	Solid
State	Meshed	
Graphics Properties		
Visible	Yes	
Transparency	1	
Definition		
Suppressed	No	
Stiffness Behavior	Flexible	
Coordinate System	Default Coordinate System	
Reference Temperature	By Environment	
Behavior	None	
Material		
Assignment	Structural Steel	
Nonlinear Effects	Yes	
Thermal Strain Effects	Yes	
Bounding Box		
Length X	58,652 mm	115,82 mm
Length Y	38,1 mm	685,31 mm
Length Z	423,41 mm	1254,4 mm
Properties		
Volume	88546 mm³	5,1275e+005 mm³
Mass	0,69509 kg	4,0251 kg
Centroid X	-1854,9 mm	-1833,9 mm
Centroid Y	-950,99 mm	677,18 mm
Centroid Z	757,91 mm	852,48 mm
Moment of Inertia Ip1	8955,5 kg·mm²	8,0641e+005 kg·mm²
Moment of Inertia Ip2	8966,6 kg·mm²	6,6105e+005 kg·mm²
Moment of Inertia Ip3	232,25 kg·mm²	1,4718e+005 kg·mm²
Statistics		
Nodes	4500	158700
Elements	2209	22650
Mesh Metric	None	

Coordinate Systems

TABLE 7
Model (B4) > Coordinate Systems > Coordinate System

Object Name	<i>Global Coordinate System</i>
State	Fully Defined
Definition	
Type	Cartesian
Coordinate System ID	0,
Origin	
Origin X	0, mm
Origin Y	0, mm
Origin Z	0, mm
Directional Vectors	
X Axis Data	[1, 0, 0,]
Y Axis Data	[0, 1, 0,]
Z Axis Data	[0, 0, 1,]

Connections

TABLE 8
Model (B4) > Connections

Object Name	<i>Connections</i>
State	Fully Defined
Auto Detection	
Generate Automatic Connection On Refresh	Yes
Transparency	
Enabled	Yes

TABLE 9
Model (B4) > Connections > Contacts

Object Name	<i>Contacts</i>
-------------	-----------------

State	Fully Defined
Definition	
Connection Type	Contact
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Auto Detection	
Tolerance Type	Slider
Tolerance Slider	0,
Tolerance Value	7,4508 mm
Use Range	No
Face/Face	Yes
Face Overlap Tolerance	Off
Cylindrical Faces	Include
Face/Edge	No
Edge/Edge	No
Priority	Include All
Group By	Bodies
Search Across	Bodies
Statistics	
Connections	55
Active Connections	55

TABLE 10
Model (B4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region	Contact Region 2	Contact Region 3	Contact Region 4	Contact Region 5	Contact Region 6	Contact Region 7	Contact Region 8	Contact Region 9	Contact Region 10	Contact Region 11
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	2 Faces			1 Face	2 Faces			1 Face	3 Faces	1 Face	2 Faces
Target	2 Faces			1 Face	2 Faces			1 Face	3 Faces	1 Face	2 Faces
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target Geometry Correction	None										

TABLE 11
Model (B4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 12	Contact Region 13	Contact Region 14	Contact Region 15	Contact Region 16	Contact Region 17	Contact Region 18	Contact Region 19	Contact Region 20	Contact Region 21	Contact Region 22
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	2 Faces				1 Face	3 Faces	2 Faces	3 Faces	1 Face		3 Faces
Target	2 Faces				1 Face	3 Faces	2 Faces	3 Faces	1 Face		4 Faces
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										

Behavior	Program Controlled
Trim Contact	Program Controlled
Trim Tolerance	7,4508 mm
Suppressed	No
Advanced	
Formulation	Program Controlled
Small Sliding	Program Controlled
Detection Method	Program Controlled
Penetration Tolerance	Program Controlled
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled
Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Program Controlled
Pinball Region	Program Controlled
Geometric Modification	
Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

TABLE 12
Model (B4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 23	Contact Region 24	Contact Region 25	Contact Region 26	Contact Region 27	Contact Region 28	Contact Region 29	Contact Region 30	Contact Region 31	Contact Region 32	Contact Region 33
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	2 Faces	1 Face	3 Faces	2 Faces	4 Faces	2 Faces			1 Face	8 Faces	
Target	2 Faces	1 Face	3 Faces	2 Faces	4 Faces	2 Faces			1 Face	8 Faces	
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target Geometry Correction	None										

TABLE 13
Model (B4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Model (B4) > Connections > Contacts > Contact Regions											
Object Name	Contact Region 34	Contact Region 35	Contact Region 36	Contact Region 37	Contact Region 38	Contact Region 39	Contact Region 40	Contact Region 41	Contact Region 42	Contact Region 43	Contact Region 44
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	2 Faces		3 Faces	4 Faces	2 Faces			1 Face	2 Faces		3 Faces
Target	2 Faces		3 Faces		2 Faces			1 Face	2 Faces		3 Faces
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										

Behavior	Program Controlled
Trim Contact	Program Controlled
Trim Tolerance	7,4508 mm
Suppressed	No
Advanced	
Formulation	Program Controlled
Small Sliding	Program Controlled
Detection Method	Program Controlled
Penetration Tolerance	Program Controlled
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled
Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Program Controlled
Pinball Region	Program Controlled
Geometric Modification	
Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

TABLE 14
Model (B4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 45	Contact Region 46	Contact Region 47	Contact Region 48	Contact Region 49	Contact Region 50	Contact Region 51	Contact Region 52	Contact Region 53	Contact Region 54	Contact Region 55
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	3 Faces	1 Face	2 Faces						4 Faces	2 Faces	1 Face
Target	3 Faces	1 Face	2 Faces						4 Faces	2 Faces	1 Face
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target Geometry Correction	None										

Mesh

TABLE 15
Model (B4) > Mesh

Object Name	Mesh
State	Solved
Display	
Display Style	Body Color
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Element Order	Program Controlled
Sizing	
Size Function	Adaptive
Relevance Center	Fine

Element Size	Default
Mesh Defeaturing	Yes
Defeature Size	Default
Transition	Fast
Initial Size Seed	Assembly
Span Angle Center	Coarse
Bounding Box Diagonal	2980,30 mm
Average Surface Area	28107 mm ²
Minimum Edge Length	7,6335e-003 mm
Quality	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
Error Limits	Standard Mechanical
Target Quality	Default (0.050000)
Smoothing	High
Mesh Metric	None
Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0,272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Number of Retries	Default (4)
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Topology Checking	Yes
Pinch Tolerance	Please Define
Generate Pinch on Refresh	No
Statistics	
Nodes	1066053
Elements	195966

Static Structural (B5)

TABLE 16
Model (B4) > Analysis

Object Name	<i>Static Structural (B5)</i>
State	Solved
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Solver Target	Mechanical APDL
Options	
Environment Temperature	22. °C
Generate Input Only	No

TABLE 17
Model (B4) > Static Structural (B5) > Analysis Settings

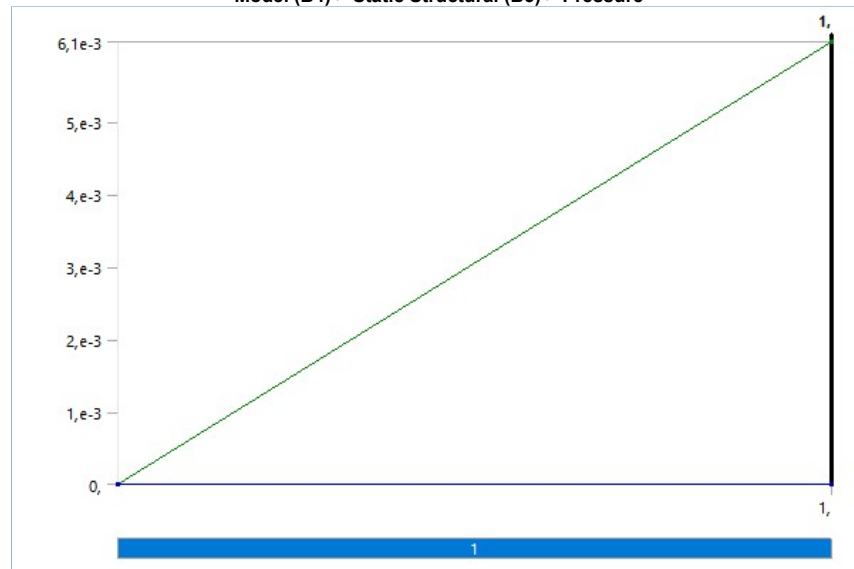
Object Name	<i>Analysis Settings</i>
State	Fully Defined
Step Controls	
Number Of Steps	1,
Current Step Number	1,
Step End Time	1, s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Off
Solver Pivot Checking	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Rotordynamics Controls	
Coriolis Effect	Off
Restart Controls	
Generate Restart Points	Program Controlled
Retain Files After Full Solve	No
Combine Restart Files	Program Controlled
Nonlinear Controls	
Newton-Raphson Option	Program Controlled
Force Convergence	Program Controlled

Moment Convergence	Program Controlled
Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
Stabilization	Off
Output Controls	
Stress	Yes
Strain	Yes
Nodal Forces	No
Contact Miscellaneous	No
General Miscellaneous	No
Store Results At	All Time Points
Analysis Data Management	
Solver Files Directory	D:\ANSYS Inc\v190\Framework\bin\Win64\ANSYS PROYECTOS\CHASIS MONOPLAZA\estructura superior_files\dp0\SYS-1\MECH\
Future Analysis	None
Scratch Solver Files Directory	
Save MAPDL db	No
Contact Summary	Program Controlled
Delete Unneeded Files	Yes
Nonlinear Solution	No
Solver Units	Active System
Solver Unit System	mm

TABLE 18
Model (B4) > Static Structural (B5) > Loads

Object Name	Fixed Support	Pressure
State	Fully Defined	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	10 Faces	18 Faces
Definition		
Type	Fixed Support	Pressure
Suppressed	No	
Define By		Components
Coordinate System	Global Coordinate System	
X Component	0, MPa (ramped)	
Y Component	6,1e-003 MPa (ramped)	
Z Component	0, MPa (ramped)	

FIGURE 1
Model (B4) > Static Structural (B5) > Pressure



Solution (B6)

TABLE 19
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution

Object Name	<i>Solution (B6)</i>
State	Solved
Adaptive Mesh Refinement	

Max Refinement Loops	1,
Refinement Depth	2,
Information	
Status	Done
MAPDL Elapsed Time	11 m 28 s
MAPDL Memory Used	9,375 GB
MAPDL Result File Size	296,31 MB
Post Processing	
Beam Section Results	No
On Demand Stress/Strain	No

TABLE 20
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Solution Information

Object Name	<i>Solution Information</i>
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Identify Element Violations	0
Update Interval	2,5 s
Display Points	All
FE Connection Visibility	
Activate Visibility	Yes
Display	All FE Connectors
Draw Connections Attached To	All Nodes
Line Color	Connection Type
Visible on Results	No
Line Thickness	Single
Display Type	Lines

TABLE 21
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Results

Object Name	Equivalent Stress	Total Deformation
State	Solved	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	All Bodies	
Definition		
Type	Equivalent (von-Mises) Stress	Total Deformation
By	Time	
Display Time	Last	
Calculate Time History	Yes	
Identifier		
Suppressed	No	
Integration Point Results		
Display Option	Averaged	
Average Across Bodies	No	
Results		
Minimum	8,8166e-004 MPa	0, mm
Maximum	280,27 MPa	1,2817 mm
Average	4,763 MPa	0,31362 mm
Minimum Occurs On	Solid	
Maximum Occurs On	Solid	
Information		
Time	1, s	
Load Step	1	
Substep	1	
Iteration Number	1	

FIGURE 2
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Equivalent Stress

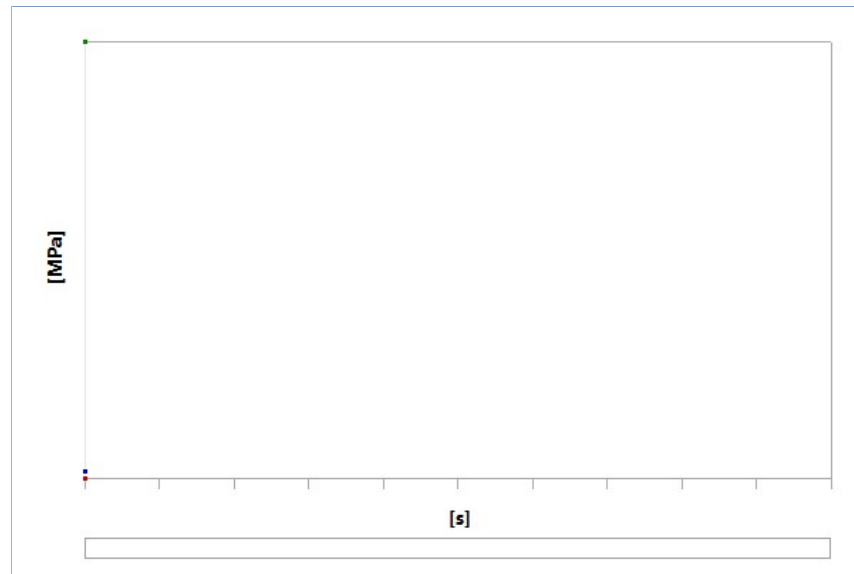


TABLE 22
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Equivalent Stress

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]	Average [MPa]
1,	8,8166e-004	280,27	4,763

FIGURE 3
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Total Deformation

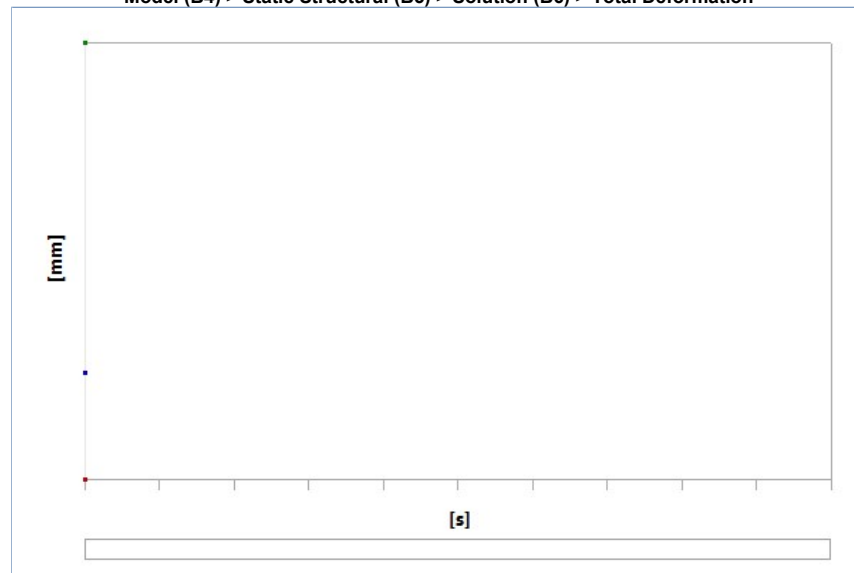


TABLE 23
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Total Deformation

Time [s]	Minimum [mm]	Maximum [mm]	Average [mm]
1,	0,	1,2817	0,31362

Material Data

Structural Steel

TABLE 24
Structural Steel > Constants

Density	7,85e-006 kg mm ⁻³
Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion	1,2e-005 C ⁻¹
Specific Heat Constant Pressure	4,34e+005 mJ kg ⁻¹ C ⁻¹
Isotropic Thermal Conductivity	6,05e-002 W mm ⁻¹ C ⁻¹
Isotropic Resistivity	1,7e-004 ohm mm

TABLE 25

Structural Steel > Color

Red	Green	Blue
132,	139,	179,

TABLE 26**Structural Steel > Compressive Ultimate Strength**

Compressive Ultimate Strength MPa
0,

TABLE 27**Structural Steel > Compressive Yield Strength**

Compressive Yield Strength MPa
250,

TABLE 28**Structural Steel > Tensile Yield Strength**

Tensile Yield Strength MPa
250,

TABLE 29**Structural Steel > Tensile Ultimate Strength**

Tensile Ultimate Strength MPa
460,

TABLE 30**Structural Steel > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion**

Zero-Thermal-Strain Reference Temperature C
22,

TABLE 31**Structural Steel > Alternating Stress Mean Stress**

Alternating Stress MPa	Cycles	Mean Stress MPa
3999,	10,	0,
2827,	20,	0,
1896,	50,	0,
1413,	100,	0,
1069,	200,	0,
441,	2000,	0,
262,	10000	0,
214,	20000	0,
138,	1,e+005	0,
114,	2,e+005	0,
86,2	1,e+006	0,

TABLE 32**Structural Steel > Strain-Life Parameters**

Strength Coefficient MPa	Strength Exponent	Ductility Coefficient	Ductility Exponent	Cyclic Strength Coefficient MPa	Cyclic Strain Hardening Exponent
920,	-0,106	0,213	-0,47	1000,	0,2

TABLE 33**Structural Steel > Isotropic Elasticity**

Temperature C	Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa
	2,e+005	0,3	1,6667e+005	76923

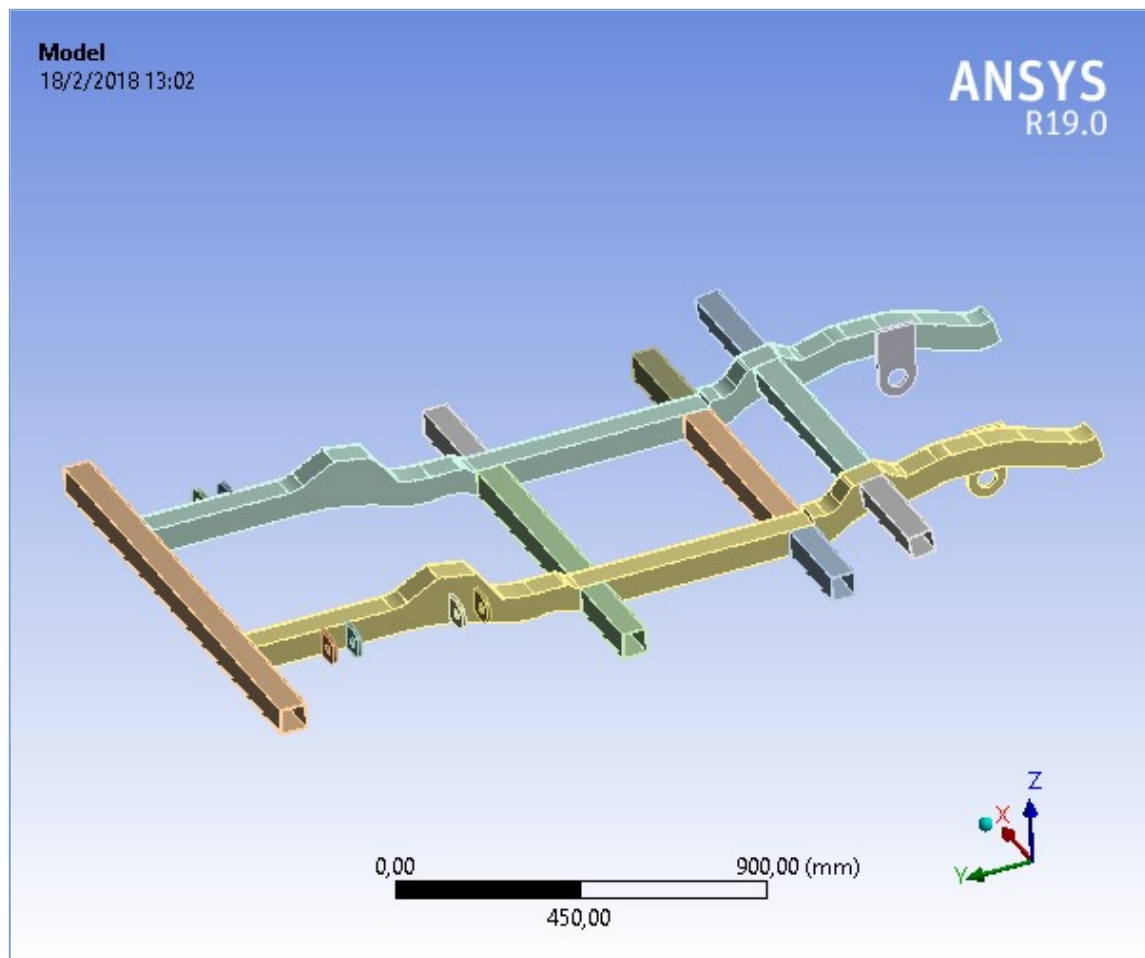
TABLE 34**Structural Steel > Isotropic Relative Permeability**

Relative Permeability
10000



Project

First Saved	Sunday, February 18, 2018
Last Saved	Sunday, February 18, 2018
Product Version	19.0 Release
Save Project Before Solution	No
Save Project After Solution	No



Contents

- [Units](#)
- [Model \(E4\)](#)
 - [Geometry](#)
 - [Parts](#)
 - [Coordinate Systems](#)
 - [Connections](#)
 - [Contacts](#)
 - [Contact Regions](#)
 - [Mesh](#)
 - [Static Structural \(E5\)](#)
 - [Analysis Settings](#)
 - [Loads](#)
 - [Solution \(E6\)](#)
 - [Solution Information](#)
 - [Results](#)
- [Material Data](#)
 - [Structural Steel](#)

Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, kg, N, s, mV, mA) Degrees rad/s Celsius
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s
Temperature	Celsius

Model (E4)

Geometry

TABLE 2
Model (E4) > Geometry

Object Name	<i>Geometry</i>
State	Fully Defined
Definition	
Source	D:\ANSYS Inc\v190\Framework\bin\Win64\ANSYS PROYECTOS\CHASIS MONOPLAZA\estructura superior_files\dp0\SYS-4\DM\SYS-4.agdb
Type	DesignModeler
Length Unit	Meters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Body Color
Bounding Box	
Length X	1260, mm
Length Y	2320,7 mm
Length Z	237,1 mm
Properties	
Volume	8,1295e+006 mm ³
Mass	63,816 kg
Scale Factor Value	1,

Statistics	
Bodies	22
Active Bodies	22
Nodes	22194
Elements	6113
Mesh Metric	None
Basic Geometry Options	
Parameters	Independent
Parameter Key	
Attributes	Yes
Attribute Key	
Named Selections	Yes
Named Selection Key	
Material Properties	Yes
Advanced Geometry Options	
Use Associativity	Yes
Coordinate Systems	Yes
Coordinate System Key	
Reader Mode Saves Updated File	No
Use Instances	Yes
Smart CAD Update	Yes
Compare Parts On Update	No
Analysis Type	3-D
Decompose Disjoint Geometry	Yes
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model (E4) > Geometry > Parts

Object Name	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>
State	Meshed									
Graphics Properties										
Visible	Yes									
Transparency	1									
Definition										
Suppressed	No									
Stiffness Behavior	Flexible									
Coordinate System	Default Coordinate System									
Reference Temperature	By Environment									
Behavior	None									
Material										
Assignment	Structural Steel									
Nonlinear Effects	Yes									
Thermal Strain Effects	Yes									
Bounding Box										
Length X	285, mm	535, mm				12,5 mm		75, mm		
Length Y	74,172 mm	70, mm			79,877 mm	100, mm		10, mm		
					79.877					

Length Z	74,172 mm	70, mm	mm	192, mm	70, mm
Properties					
Volume	2,1204e+005 mm ³	4,3014e+005 mm ³	2,0204e+005 mm ³	42334 mm ³	
Mass	1,6645 kg	3,3766 kg	1,586 kg	0,33232 kg	
Centroid X	-480, mm	480, mm	-2,6256e-014 mm	1,9429e-013 mm	2,3893e-013 mm
Centroid Y	-575,06 mm	171,22 mm	-379,16 mm	-572,97 mm	-261,25 mm
Centroid Z	121,96 mm	35, mm	119,11 mm	75,283 mm	115,45 mm
Moment of Inertia Ip1	2137,8 kg·mm ²	5062,6 kg·mm ²	5742,4 kg·mm ²	136,91 kg·mm ²	
Moment of Inertia Ip2	12336 kg·mm ²	83070 kg·mm ²	4393,1 kg·mm ²	281,62 kg·mm ²	
Moment of Inertia Ip3	12336 kg·mm ²	83070 kg·mm ²	1390,6 kg·mm ²	150,25 kg·mm ²	
Statistics					
Nodes	976	1088	282	313	348
Elements	128	144	31	34	39
Mesh Metric	None				

TABLE 4
Model (E4) > Geometry > Parts

Object Name	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid
State	Meshed										
Graphics Properties											
Visible	Yes										
Transparency	1										
Definition											
Suppressed	No										
Stiffness Behavior	Flexible										
Coordinate System	Default Coordinate System										
Reference Temperature	By Environment										
Behavior	None										
Material											
Assignment	Structural Steel										
Nonlinear Effects	Yes										
Thermal Strain Effects	Yes										
Bounding Box											
Length X	75, mm			243,5 mm				1260, mm		70, mm	
Length Y	10, mm			65, mm				70, mm		2250,7 mm	
Length Z	70, mm								205,1 mm		
Properties											
Volume	42334 mm³			1,8847e+005 mm³				1,013e+006 mm³		1,9526e+006 mm³	
Mass	0,33232 kg			1,4795 kg				7,9524 kg		15,328 kg	
Centroid X	-370,97 mm		370,97 mm	459,25 mm		-459,25 mm		-3,5675e-014 mm		302,5 mm	-302,5 mm
Centroid Y	888,2 mm	822,2 mm	481,2 mm	-381,66 mm	173,72 mm	-381,66 mm	173,72 mm	1100, mm		-43,633 mm	
Centroid Z	115,45 mm			35, mm				115,45 mm		84,147 mm	

Moment of Inertia Ip1	136,91 kg·mm²			2056,1 kg·mm²				11923 kg·mm²	6,5398e+006 kg·mm²	
Moment of Inertia Ip2	281,62 kg·mm²			8397,8 kg·mm²	8397,9 kg·mm²	8397,8 kg·mm²	8397,9 kg·mm²	1,0581e+006 kg·mm²	46880 kg·mm²	
Moment of Inertia Ip3	150,25 kg·mm²			8278,5 kg·mm²				1,0581e+006 kg·mm²	6,5161e+006 kg·mm²	
Statistics										
Nodes	313	348	313	1134	1125			944	4184	4168
Elements	34	39	34	176	168			224	2091	2081
Mesh Metric	None									

Coordinate Systems

TABLE 5
Model (E4) > Coordinate Systems > Coordinate System

Object Name	<i>Global Coordinate System</i>
State	Fully Defined
Definition	
Type	Cartesian
Coordinate System ID	0,
Origin	
Origin X	0, mm
Origin Y	0, mm
Origin Z	0, mm
Directional Vectors	
X Axis Data	[1, 0, 0,]
Y Axis Data	[0, 1, 0,]
Z Axis Data	[0, 0, 1,]

Connections

TABLE 6
Model (E4) > Connections

Object Name	<i>Connections</i>
State	Fully Defined
Auto Detection	
Generate Automatic Connection On Refresh	Yes
Transparency	
Enabled	Yes

TABLE 7
Model (E4) > Connections > Contacts

Object Name	<i>Contacts</i>
State	Fully Defined
Definition	
Connection Type	Contact
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Auto Detection	
Tolerance Type	Slider
Tolerance Slider	0,
Tolerance Value	6,6283 mm
Use Range	No
Face/Face	Yes

Face Overlap Tolerance	Off
Cylindrical Faces	Include
Face/Edge	No
Edge/Edge	No
Priority	Include All
Group By	Bodies
Search Across	Bodies
Statistics	
Connections	24
Active Connections	24

TABLE 8
Model (E4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region	Contact Region 2	Contact Region 3	Contact Region 4	Contact Region 5	Contact Region 6	Contact Region 7	Contact Region 8	Contact Region 9	Contact Region 10	Contact Region 11
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	1 Face										
Target	1 Face										
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	6,6283 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target											

Geometry Correction	None
---------------------	------

TABLE 9
Model (E4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 12	Contact Region 13	Contact Region 14	Contact Region 15	Contact Region 16	Contact Region 17	Contact Region 18	Contact Region 19	Contact Region 20	Contact Region 21	Contact Region 22
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	1 Face										
Target	1 Face										
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	6,6283 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target Geometry Correction	None										

TABLE 10
Model (E4) > Connections > Contacts > Contact Regions

model(2), connections, contacts, contact regions		
Object Name	Contact Region 23	Contact Region 24
State	Fully Defined	
Scope		

Scoping Method	Geometry Selection
Contact	1 Face
Target	1 Face
Contact Bodies	Solid
Target Bodies	Solid
Protected	No
Definition	
Type	Bonded
Scope Mode	Automatic
Behavior	Program Controlled
Trim Contact	Program Controlled
Trim Tolerance	6,6283 mm
Suppressed	No
Advanced	
Formulation	Program Controlled
Small Sliding	Program Controlled
Detection Method	Program Controlled
Penetration Tolerance	Program Controlled
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled
Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Program Controlled
Pinball Region	Program Controlled
Geometric Modification	
Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

Mesh

TABLE 11
Model (E4) > Mesh

Object Name	<i>Mesh</i>
State	Solved
Display	
Display Style	Body Color
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Element Order	Program Controlled
Sizing	
Size Function	Adaptive
Relevance Center	Coarse
Element Size	Default
Mesh Defeaturing	Yes
Defeature Size	Default
Transition	Fast
Initial Size Seed	Assembly
Span Angle Center	Coarse
Bounding Box Diagonal	2651,30 mm
Average Surface Area	14459 mm ²
Minimum Edge Length	5,81750 mm
Quality	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
Error Limits	Standard Mechanical
Target Quality	Default (0.050000)
Smoothing	Medium

Mesh Metric	None
Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0,272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Number of Retries	Default (4)
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Topology Checking	Yes
Pinch Tolerance	Please Define
Generate Pinch on Refresh	No
Statistics	
Nodes	22194
Elements	6113

Static Structural (E5)

TABLE 12
Model (E4) > Analysis

Object Name	<i>Static Structural (E5)</i>
State	Solved
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Solver Target	Mechanical APDL
Options	
Environment Temperature	22, °C
Generate Input Only	No

TABLE 13
Model (E4) > Static Structural (E5) > Analysis Settings

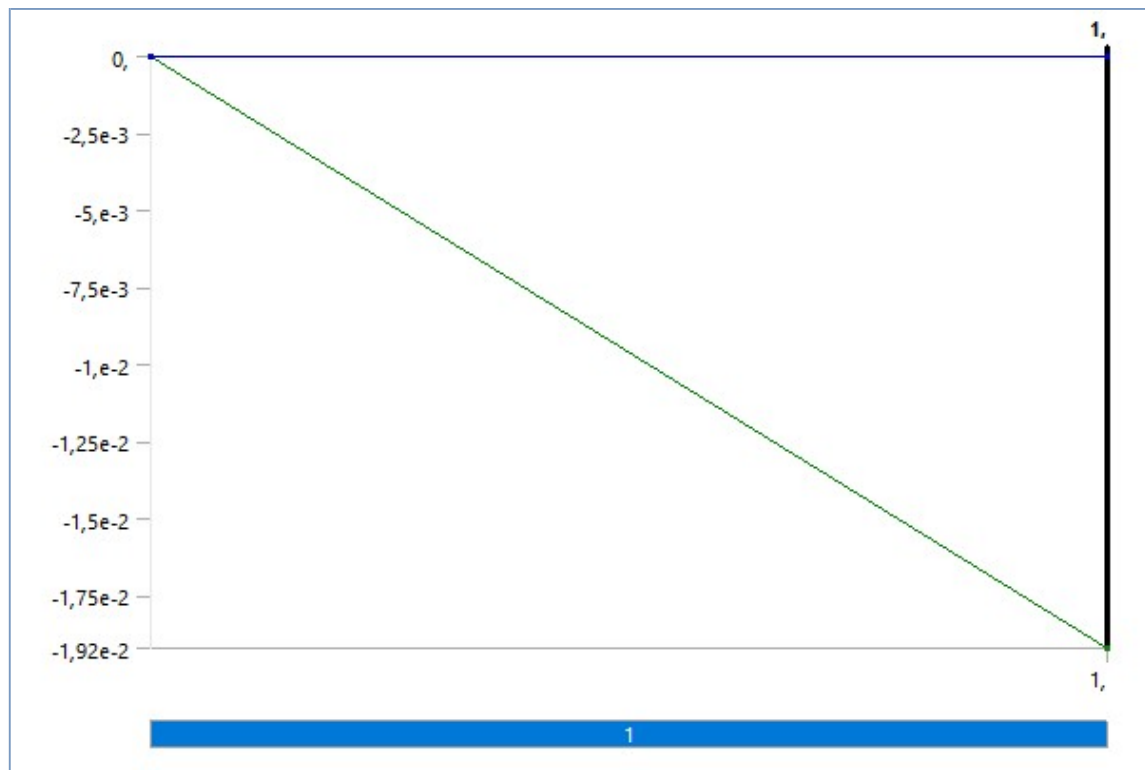
Object Name	<i>Analysis Settings</i>
State	Fully Defined
Step Controls	
Number Of Steps	1,
Current Step Number	1,
Step End Time	1, s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Off
Solver Pivot Checking	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Rotordynamics Controls	
Coriolis Effect	Off
Restart Controls	
Generate Restart	

Points	Program Controlled
Retain Files After Full Solve	No
Combine Restart Files	Program Controlled
Nonlinear Controls	
Newton-Raphson Option	Program Controlled
Force Convergence	Program Controlled
Moment Convergence	Program Controlled
Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
Stabilization	Off
Output Controls	
Stress	Yes
Strain	Yes
Nodal Forces	No
Contact Miscellaneous	No
General Miscellaneous	No
Store Results At	All Time Points
Analysis Data Management	
Solver Files Directory	D:\ANSYS Inc\v190\Framework\bin\Win64\ANSYS PROYECTOS\CHASIS MONOPLAZA\estructura superior_files\dp0\SYS-4\MECH\
Future Analysis	None
Scratch Solver Files Directory	
Save MAPDL db	No
Contact Summary	Program Controlled
Delete Unneeded Files	Yes
Nonlinear Solution	No
Solver Units	Active System
Solver Unit System	nmm

TABLE 14
Model (E4) > Static Structural (E5) > Loads

Model (E4) - Static Structural (E5) - Loads		
Object Name	Pressure	Fixed Support
State	Fully Defined	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	1 Face	10 Faces
Definition		
Type	Pressure	Fixed Support
Define By	Components	
Coordinate System	Global Coordinate System	
X Component	0, MPa (ramped)	
Y Component	-1,92e-002 MPa (ramped)	
Z Component	0, MPa (ramped)	
Suppressed	No	

FIGURE 1
Model (E4) > Static Structural (E5) > Pressure



Solution (E6)

TABLE 15
Model (E4) > Static Structural (E5) > Solution

Object Name	<i>Solution (E6)</i>
State	Solved
Adaptive Mesh Refinement	
Max Refinement Loops	1,
Refinement Depth	2,
Information	
Status	Done
MAPDL Elapsed Time	4, s
MAPDL Memory Used	319, MB
MAPDL Result File Size	7,25 MB
Post Processing	
Beam Section Results	No
On Demand Stress/Strain	No

TABLE 16
Model (E4) > Static Structural (E5) > Solution (E6) > Solution Information

Object Name	<i>Solution Information</i>
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Identify Element Violations	0
Update Interval	2,5 s
Display Points	All
FE Connection Visibility	
Activate Visibility	Yes
Display	All FE Connectors

Draw Connections Attached To	All Nodes
Line Color	Connection Type
Visible on Results	No
Line Thickness	Single
Display Type	Lines

TABLE 17
Model (E4) > Static Structural (E5) > Solution (E6) > Results

Object Name	Equivalent Stress	Total Deformation
State	Solved	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	All Bodies	
Definition		
Type	Equivalent (von-Mises) Stress	Total Deformation
By	Time	
Display Time	Last	
Calculate Time History	Yes	
Identifier		
Suppressed	No	
Integration Point Results		
Display Option	Averaged	
Average Across Bodies	No	
Results		
Minimum	8,0406e-006 MPa	0, mm
Maximum	6,2065 MPa	2,64e-002 mm
Average	0,21277 MPa	8,3882e-004 mm
Minimum Occurs On	Solid	
Maximum Occurs On	Solid	
Information		
Time	1, s	
Load Step	1	
Substep	1	
Iteration Number	1	

FIGURE 2
Model (E4) > Static Structural (E5) > Solution (E6) > Equivalent Stress

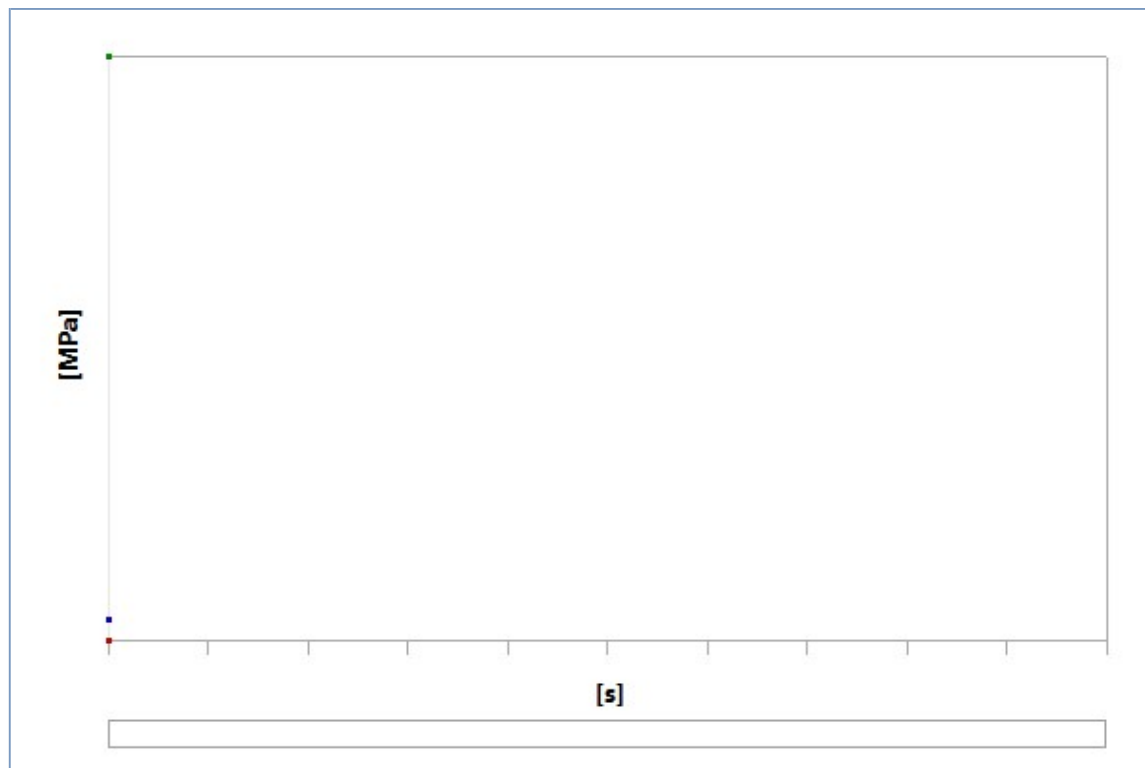


TABLE 18
Model (E4) > Static Structural (E5) > Solution (E6) > Equivalent Stress

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]	Average [MPa]
1,	8,0406e-006	6,2065	0,21277

FIGURE 3
Model (E4) > Static Structural (E5) > Solution (E6) > Total Deformation

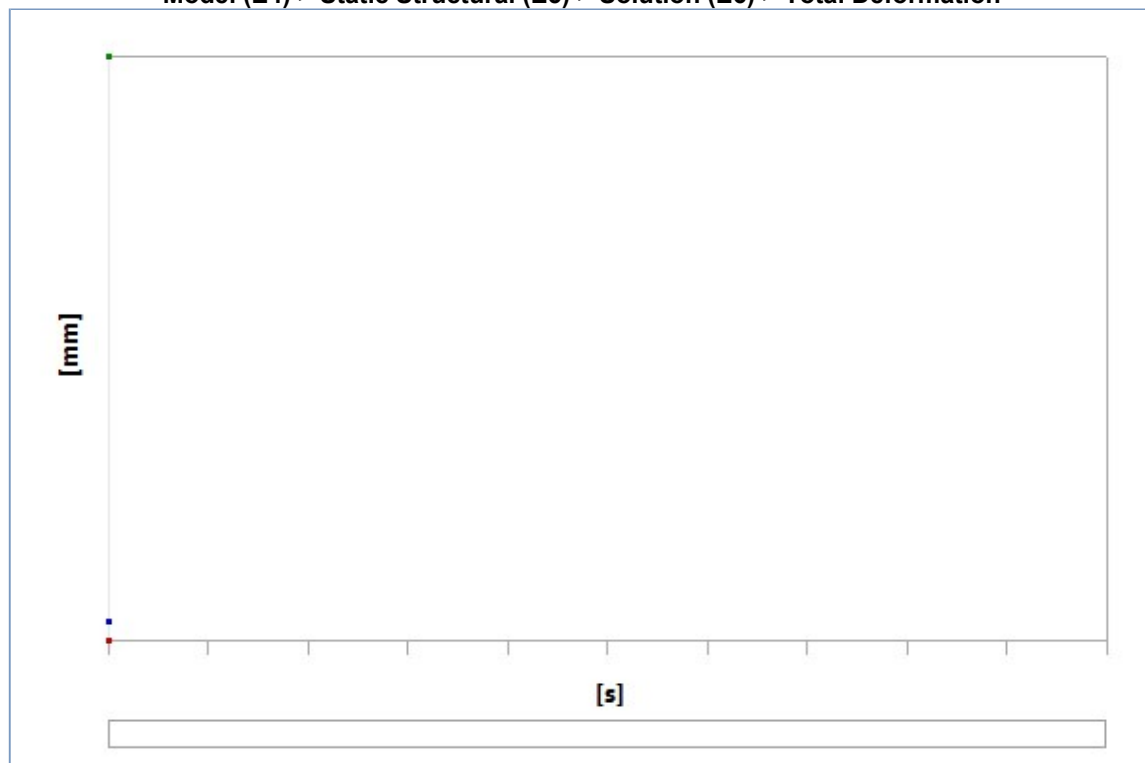


TABLE 19
Model (E4) > Static Structural (E5) > Solution (E6) > Total Deformation

Time [s]	Minimum [mm]	Maximum [mm]	Average [mm]
1,	0,	2,64e-002	8,3882e-004

Material Data

Structural Steel

TABLE 20
Structural Steel > Constants

Density	7,85e-006 kg mm ⁻³
Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion	1,2e-005 C ⁻¹
Specific Heat Constant Pressure	4,34e+005 mJ kg ⁻¹ C ⁻¹
Isotropic Thermal Conductivity	6,05e-002 W mm ⁻¹ C ⁻¹
Isotropic Resistivity	1,7e-004 ohm mm

TABLE 21
Structural Steel > Color

Red	Green	Blue
132,	139,	179,

TABLE 22
Structural Steel > Compressive Ultimate Strength

Compressive Ultimate Strength MPa
0,

TABLE 23
Structural Steel > Compressive Yield Strength

Compressive Yield Strength MPa
250,

TABLE 24
Structural Steel > Tensile Yield Strength

Tensile Yield Strength MPa
250,

TABLE 25
Structural Steel > Tensile Ultimate Strength

Tensile Ultimate Strength MPa
460,

TABLE 26
Structural Steel > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Zero-Thermal-Strain Reference Temperature C
22,

TABLE 27
Structural Steel > Alternating Stress Mean Stress

Alternating Stress MPa	Cycles	Mean Stress MPa
3999,	10,	0,
2827,	20,	0,
1896,	50,	0,
1413,	100,	0,
1069,	200,	0,
441,	2000,	0,

262,	10000	0,
214,	20000	0,
138,	1,e+005	0,
114,	2,e+005	0,
86,2	1,e+006	0,

TABLE 28
Structural Steel > Strain-Life Parameters

Strength Coefficient MPa	Strength Exponent	Ductility Coefficient	Ductility Exponent	Cyclic Strength Coefficient MPa	Cyclic Strain Hardening Exponent
920,	-0,106	0,213	-0,47	1000,	0,2

TABLE 29
Structural Steel > Isotropic Elasticity

Temperature C	Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa
	2,e+005	0,3	1,6667e+005	76923

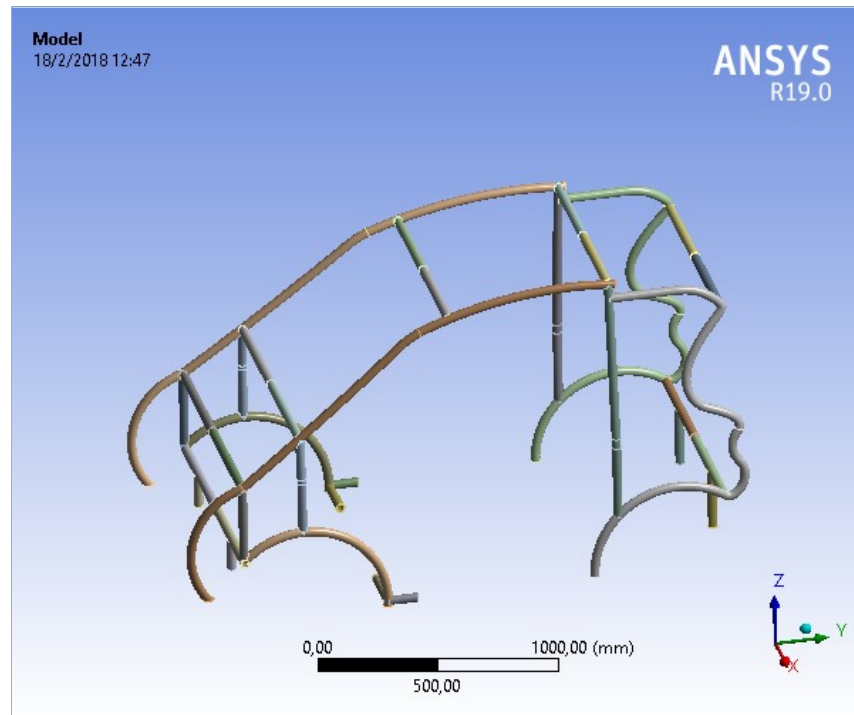
TABLE 30
Structural Steel > Isotropic Relative Permeability

Relative Permeability
10000



Project

First Saved	Sunday, February 18, 2018
Last Saved	Sunday, February 18, 2018
Product Version	19.0 Release
Save Project Before Solution	No
Save Project After Solution	No



Contents

- [Units](#)
- [Model \(C4\)](#)
 - [Geometry](#)
 - [Parts](#)
 - [Coordinate Systems](#)
 - [Connections](#)
 - [Contacts](#)
 - [Contact Regions](#)
 - [Mesh](#)
 - [Static Structural \(C5\)](#)
 - [Analysis Settings](#)
 - [Loads](#)
 - [Solution \(C6\)](#)
 - [Solution Information](#)
 - [Results](#)
- [Material Data](#)
 - [Structural Steel](#)

Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, kg, N, s, mV, mA) Degrees rad/s Celsius
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s
Temperature	Celsius

Model (C4)

Geometry

TABLE 2
Model (C4) > Geometry

Object Name	<i>Geometry</i>
State	Fully Defined
Definition	
Source	D:\ANSYS Inc\v190\Framework\bin\Win64\ANSYS PROYECTOS\CHASIS MONOPLAZA\estructura superior_files\dp0\SYS-2\DM\SYS-2.agdb
Type	DesignModeler
Length Unit	Meters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Body Color
Bounding Box	
Length X	1149,3 mm
Length Y	2397,9 mm
Length Z	1346, mm
Properties	
Volume	5,4102e+006 mm ³
Mass	42,47 kg
Scale Factor Value	1,
Statistics	
Bodies	35
Active Bodies	35
Nodes	1065450
Elements	195683
Mesh Metric	None
Basic Geometry Options	
Parameters	Independent
Parameter Key	
Attributes	Yes
Attribute Key	
Named Selections	Yes
Named Selection Key	
Material Properties	Yes
Advanced Geometry Options	
Use Associativity	Yes
Coordinate Systems	Yes
Coordinate System Key	

Reader Mode Saves Updated File	No
Use Instances	Yes
Smart CAD Update	Yes
Compare Parts On Update	No
Analysis Type	3-D
Decompose Disjoint Geometry	Yes
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model (C4) > Geometry > Parts

Object Name	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	
State	Meshed										
Graphics Properties											
Visible	Yes										
Transparency	1										
Definition											
Suppressed	No										
Stiffness Behavior	Flexible										
Coordinate System	Default Coordinate System										
Reference Temperature	By Environment										
Behavior	None										
Material											
Assignment	Structural Steel										
Nonlinear Effects	Yes										
Thermal Strain Effects	Yes										
Bounding Box											
Length X	477,54 mm	58,652 mm	554,65 mm	38,1 mm	531,9 mm	469,2 mm	38,1 mm	574,65 mm	38,1 mm	488,97 mm	551,26 mm
Length Y	38,1 mm			619,26 mm	38,1 mm						
Length Z	38,1 mm	423,41 mm	38,1 mm	407,13 mm	38,1 mm		151,71 mm	38,1 mm	341,23 mm	38,1 mm	
Properties											
Volume	1,0523e+005 mm³	88533 mm³	1,2581e+005 mm³	1,9274e+005 mm³	1,1754e+005 mm³	1,0338e+005 mm³	31365 mm³	1,3034e+005 mm³	71372 mm³	1,1091e+005 mm³	1,2214e+005 mm³
Mass	0,82608 kg	0,69499 kg	0,98759 kg	1,513 kg	0,92266 kg	0,81149 kg	0,24622 kg	1,0232 kg	0,56027 kg	0,87064 kg	0,95879 kg
Centroid X	-1072,5 mm	-754,33 mm	-1027,3 mm	-750, mm	-1045,3 mm	-1076,6 mm	-999,44 mm	-1017,3 mm	-749,98 mm	-1060,2 mm	-1035,2 mm
Centroid Y	-293,71 mm	-951, mm	841,81 mm	-826,82 mm	-951,31 mm	387,94 mm	-1203,8 mm		-1203,6 mm	861,11 mm	-1203,8 mm
Centroid Z	1413,1 mm	757,78 mm	485,56 mm	440,71 mm	970,27 mm	1481, mm	361,31 mm	443,77 mm	614,7 mm	1319,9 mm	785,02 mm
Moment of Inertia Ip1	267,29 kg·mm²	8950,1 kg·mm²	319,49 kg·mm²	75214 kg·mm²	298,91 kg·mm²	262,56 kg·mm²	434,69 kg·mm²	331,01 kg·mm²	4721,1 kg·mm²	281,65 kg·mm²	310,52 kg·mm²
Moment of Inertia Ip2	14906 kg·mm²	8961,1 kg·mm²	25350 kg·mm²	7501,5 kg·mm²	20756 kg·mm²	14123 kg·mm²	432,99 kg·mm²	28180 kg·mm²	4721,4 kg·mm²	17400 kg·mm²	23253 kg·mm²
Moment of Inertia Ip3	14905 kg·mm²	232,21 kg·mm²	25350 kg·mm²	68202 kg·mm²	20755 kg·mm²	14122 kg·mm²	79,884 kg·mm²	28180 kg·mm²	181,52 kg·mm²	17400 kg·mm²	23253 kg·mm²
Statistics											
Nodes	5287	4495	46562	9130	6566	4874	1507	48134	3495	41060	6589
Elements	2594	2204	7080	4526	3217	2393	706	7320	1709	6240	3227
Mesh Metric	None										

TABLE 4
Model (C4) > Geometry > Parts

Object Name	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>	<i>Solid</i>
State	Meshed										
Graphics Properties											
Visible	Yes										
Transparency	1										
Definition											
Suppressed	No										
Stiffness Behavior	Flexible										
Coordinate System	Default Coordinate System										
Reference Temperature	By Environment										
Behavior	None										
Material											

Assignment	Structural Steel										
Nonlinear Effects	Yes										
Thermal Strain Effects	Yes										
Bounding Box											
Length X	124,42 mm	121,36 mm	38,1 mm	217,15 mm	115,82 mm	58,652 mm	477,54 mm	124,42 mm	469,2 mm	488,97 mm	
Length Y	1865,6 mm	38,1 mm		123,4 mm	38,1 mm	685,31 mm	38,1 mm		1865,6 mm	38,1 mm	
Length Z	1215,1 mm	1037,5 mm	265, mm	38,1 mm		1254,4 mm	423,41 mm	38,1 mm	1215,1 mm	38,1 mm	
Properties											
Volume	5,4889e+005 mm³	2,3251e+005 mm³	57060 mm³	27990 mm³	49255 mm³	5,5766e+005 mm³	88546 mm³	1,0523e+005 mm³	5,7014e+005 mm³	1,0335e+005 mm³	1,1091e+005 mm³
Mass	4,3088 kg	1,8252 kg	0,44792 kg	0,21972 kg	0,38665 kg	4,3777 kg	0,69509 kg	0,82603 kg	4,4756 kg	0,81128 kg	0,87064 kg
Centroid X	-793,22 mm	-777,95 mm	-999,44 mm	-750, mm	-858,58 mm	-775,41 mm	-1855, mm	-1536,8 mm	-1816,1 mm	-1532,7 mm	-1549,1 mm
Centroid Y	-670,66 mm	387,94 mm	841,81 mm	-534,55 mm	-596,25 mm	677,18 mm	-950,99 mm	-293,7 mm	-670,72 mm	387,94 mm	861,11 mm
Centroid Z	1082,4 mm	956,51 mm	346,41 mm	185,1 mm		852,48 mm	757,92 mm	1413, mm	1082,4 mm	1480,9 mm	1319,9 mm
Moment of Inertia Ip1	1,9952e+006 kg·mm²	1,5884e+005 kg·mm²	2432,7 kg·mm²	312,95 kg·mm²	125,08 kg·mm²	8,0642e+005 kg·mm²	8959,6 kg·mm²	267,48 kg·mm²	1,9949e+006 kg·mm²	262,8 kg·mm²	281,65 kg·mm²
Moment of Inertia Ip2	47444 kg·mm²	1,5894e+005 kg·mm²	2431,1 kg·mm²	71,08 kg·mm²	1574,2 kg·mm²	6,6105e+005 kg·mm²	8970,6 kg·mm²	14912 kg·mm²	47433 kg·mm²	14131 kg·mm²	17400 kg·mm²
Moment of Inertia Ip3	1,9496e+006 kg·mm²	691,28 kg·mm²	145,33 kg·mm²	312,95 kg·mm²	1574,2 kg·mm²	1,4718e+005 kg·mm²	232,37 kg·mm²	14911 kg·mm²	1,9492e+006 kg·mm²	14130 kg·mm²	17400 kg·mm²
Statistics											
Nodes	152400	11732	2480	10668	17708	158700	4753	5799	152400	5388	39806
Elements	21750	5818	1184	1600	2622	22650	2328	2852	21750	2634	5928
Mesh Metric	None										

TABLE 5
Model (C4) > Geometry > Parts

Object Name	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid
State	Meshed										
Graphics Properties											
Visible	Yes										
Transparency	1										
Definition											
Suppressed	No										
Stiffness Behavior	Flexible										
Coordinate System	Default Coordinate System										
Reference Temperature	By Environment										
Behavior	None										
Material											
Assignment	Structural Steel										
Nonlinear Effects	Yes										
Thermal Strain Effects	Yes										
Bounding Box											
Length X	574,65 mm	38,1 mm	551,26 mm	38,1 mm		554,65 mm	38,1 mm	217,15 mm	121,36 mm	38,1 mm	531,9 mm
Length Y	38,1 mm				123,4 mm	38,1 mm				619,26 mm	38,1 mm
Length Z	38,1 mm	151,71 mm	38,1 mm	341,23 mm	38,1 mm		265, mm	38,1 mm	1037,5 mm	407,13 mm	38,1 mm
Properties											
Volume	1,3034e+005 mm³	31365 mm³	1,2217e+005 mm³	71365 mm³	27990 mm³	1,2581e+005 mm³	57054 mm³	49255 mm³	2,3243e+005 mm³	1,9272e+005 mm³	1,1753e+005 mm³
Mass	1,0232 kg	0,24622 kg	0,95903 kg	0,56021 kg	0,21972 kg	0,98759 kg	0,44788 kg	0,38665 kg	1,8246 kg	1,5128 kg	0,92263 kg
Centroid X	-1592, mm	-1609,9 mm	-1574,1 mm	-1859,3 mm		-1582, mm	-1609,9 mm	-1750,7 mm	-1831,4 mm	-1859,3 mm	-1564, mm
Centroid Y	-1203,8 mm			-1203,6 mm	-534,55 mm	841,81 mm		-596,25 mm	387,94 mm	-826,81 mm	-951,31 mm
Centroid Z	443,77 mm	361,31 mm	785,02 mm	614,72 mm	185,1 mm	485,56 mm	346,4 mm	185,1 mm	956,58 mm	440,7 mm	970,26 mm
Moment of Inertia Ip1	331,01 kg·mm²	433,86 kg·mm²	310,57 kg·mm²	4720,5 kg·mm²	312,96 kg·mm²	319,49 kg·mm²	2428, kg·mm²	125,08 kg·mm²	1,5886e+005 kg·mm²	75224 kg·mm²	298,98 kg·mm²
Moment of Inertia Ip2	28180 kg·mm²	432,26 kg·mm²	23254 kg·mm²	4720,9 kg·mm²	71,081 kg·mm²	25350 kg·mm²	2426,7 kg·mm²	1574,2 kg·mm²	1,5896e+005 kg·mm²	7503,5 kg·mm²	20758 kg·mm²

Moment of Inertia Ip3	28180 kg·mm ²	79,661 kg·mm ²	23255 kg·mm ²	181,44 kg·mm ²	312,96 kg·mm ²	25350 kg·mm ²	144,9 kg·mm ²	1574,2 kg·mm ²	691,63 kg·mm ²	68211 kg·mm ²	20759 kg·mm ²
Statistics											
Nodes	46664	1906	5644	4268	10668	46562	2964	17708	11350	9533	5450
Elements	6954	911	2775	2081	1600	7080	1434	2622	5642	4717	2676
Mesh Metric	None										

TABLE 6
Model (C4) > Geometry > Parts

Model (CS) > Geometry > Parts		
Object Name	Solid	Solid
State	Meshed	
Graphics Properties		
Visible	Yes	
Transparency	1	
Definition		
Suppressed	No	
Stiffness Behavior	Flexible	
Coordinate System	Default Coordinate System	
Reference Temperature	By Environment	
Behavior	None	
Material		
Assignment	Structural Steel	
Nonlinear Effects	Yes	
Thermal Strain Effects	Yes	
Bounding Box		
Length X	58,652 mm	115,82 mm
Length Y	38,1 mm	685,31 mm
Length Z	423,41 mm	1254,4 mm
Properties		
Volume	88546 mm³	5,1275e+005 mm³
Mass	0,69509 kg	4,0251 kg
Centroid X	-1854,9 mm	-1833,9 mm
Centroid Y	-950,99 mm	677,18 mm
Centroid Z	757,91 mm	852,48 mm
Moment of Inertia Ip1	8955,5 kg·mm²	8,0641e+005 kg·mm²
Moment of Inertia Ip2	8966,6 kg·mm²	6,6105e+005 kg·mm²
Moment of Inertia Ip3	232,25 kg·mm²	1,4718e+005 kg·mm²
Statistics		
Nodes	4500	158700
Elements	2209	22650
Mesh Metric	None	

Coordinate Systems

TABLE 7
Model (C4) > Coordinate Systems > Coordinate System

Object Name	<i>Global Coordinate System</i>
State	Fully Defined
Definition	
Type	Cartesian
Coordinate System ID	0,
Origin	
Origin X	0, mm
Origin Y	0, mm
Origin Z	0, mm
Directional Vectors	
X Axis Data	[1, 0, 0,]
Y Axis Data	[0, 1, 0,]
Z Axis Data	[0, 0, 1,]

Connections

TABLE 8
Model (C4) > Connections

Object Name	<i>Connections</i>
State	Fully Defined
Auto Detection	
Generate Automatic Connection On Refresh	Yes
Transparency	
Enabled	Yes

TABLE 9
Model (C4) > Connections > Contacts

Object Name	<i>Contacts</i>
-------------	-----------------

State	Fully Defined
Definition	
Connection Type	Contact
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Auto Detection	
Tolerance Type	Slider
Tolerance Slider	0,
Tolerance Value	7,4508 mm
Use Range	No
Face/Face	Yes
Face Overlap Tolerance	Off
Cylindrical Faces	Include
Face/Edge	No
Edge/Edge	No
Priority	Include All
Group By	Bodies
Search Across	Bodies
Statistics	
Connections	55
Active Connections	55

TABLE 10
Model (C4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region	Contact Region 2	Contact Region 3	Contact Region 4	Contact Region 5	Contact Region 6	Contact Region 7	Contact Region 8	Contact Region 9	Contact Region 10	Contact Region 11
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	2 Faces			1 Face	2 Faces			1 Face	3 Faces	1 Face	2 Faces
Target	2 Faces			1 Face	2 Faces			1 Face	3 Faces	1 Face	2 Faces
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target Geometry Correction	None										

TABLE 11
Model (C4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 12	Contact Region 13	Contact Region 14	Contact Region 15	Contact Region 16	Contact Region 17	Contact Region 18	Contact Region 19	Contact Region 20	Contact Region 21	Contact Region 22
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	2 Faces				1 Face	3 Faces	2 Faces	3 Faces	1 Face		3 Faces
Target	2 Faces				1 Face	3 Faces	2 Faces	3 Faces	1 Face		4 Faces
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										

Behavior	Program Controlled
Trim Contact	Program Controlled
Trim Tolerance	7,4508 mm
Suppressed	No
Advanced	
Formulation	Program Controlled
Small Sliding	Program Controlled
Detection Method	Program Controlled
Penetration Tolerance	Program Controlled
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled
Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Program Controlled
Pinball Region	Program Controlled
Geometric Modification	
Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

TABLE 12
Model (C4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 23	Contact Region 24	Contact Region 25	Contact Region 26	Contact Region 27	Contact Region 28	Contact Region 29	Contact Region 30	Contact Region 31	Contact Region 32	Contact Region 33
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	2 Faces	1 Face	3 Faces		2 Faces	4 Faces	2 Faces			1 Face	8 Faces
Target	2 Faces	1 Face	3 Faces		2 Faces	4 Faces	2 Faces			1 Face	8 Faces
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target Geometry Correction	None										

TABLE 13
Model (C4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Model (C4) > Connections > Contacts > Contact Regions											
Object Name	Contact Region 34	Contact Region 35	Contact Region 36	Contact Region 37	Contact Region 38	Contact Region 39	Contact Region 40	Contact Region 41	Contact Region 42	Contact Region 43	Contact Region 44
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	2 Faces		3 Faces	4 Faces	2 Faces			1 Face	2 Faces		3 Faces
Target	2 Faces		3 Faces		2 Faces			1 Face	2 Faces		3 Faces
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										

Behavior	Program Controlled
Trim Contact	Program Controlled
Trim Tolerance	7,4508 mm
Suppressed	No
Advanced	
Formulation	Program Controlled
Small Sliding	Program Controlled
Detection Method	Program Controlled
Penetration Tolerance	Program Controlled
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled
Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Program Controlled
Pinball Region	Program Controlled
Geometric Modification	
Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

TABLE 14
Model (C4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 45	Contact Region 46	Contact Region 47	Contact Region 48	Contact Region 49	Contact Region 50	Contact Region 51	Contact Region 52	Contact Region 53	Contact Region 54	Contact Region 55
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	3 Faces	1 Face	2 Faces						4 Faces	2 Faces	1 Face
Target	3 Faces	1 Face	2 Faces						4 Faces	2 Faces	1 Face
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	7,4508 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target Geometry Correction	None										

Mesh

TABLE 15
Model (C4) > Mesh

Object Name	Mesh
State	Solved
Display	
Display Style	Body Color
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Element Order	Program Controlled
Sizing	
Size Function	Adaptive
Relevance Center	Fine

Element Size	Default
Mesh Defeaturing	Yes
Defeature Size	Default
Transition	Fast
Initial Size Seed	Assembly
Span Angle Center	Coarse
Bounding Box Diagonal	2980,30 mm
Average Surface Area	28107 mm ²
Minimum Edge Length	7,6335e-003 mm
Quality	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
Error Limits	Standard Mechanical
Target Quality	Default (0.050000)
Smoothing	High
Mesh Metric	None
Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0,272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Number of Retries	Default (4)
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Topology Checking	Yes
Pinch Tolerance	Please Define
Generate Pinch on Refresh	No
Statistics	
Nodes	1065450
Elements	195683

Static Structural (C5)

TABLE 16
Model (C4) > Analysis

Object Name	<i>Static Structural (C5)</i>
State	Solved
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Solver Target	Mechanical APDL
Options	
Environment Temperature	22. °C
Generate Input Only	No

TABLE 17
Model (C4) > Static Structural (C5) > Analysis Settings

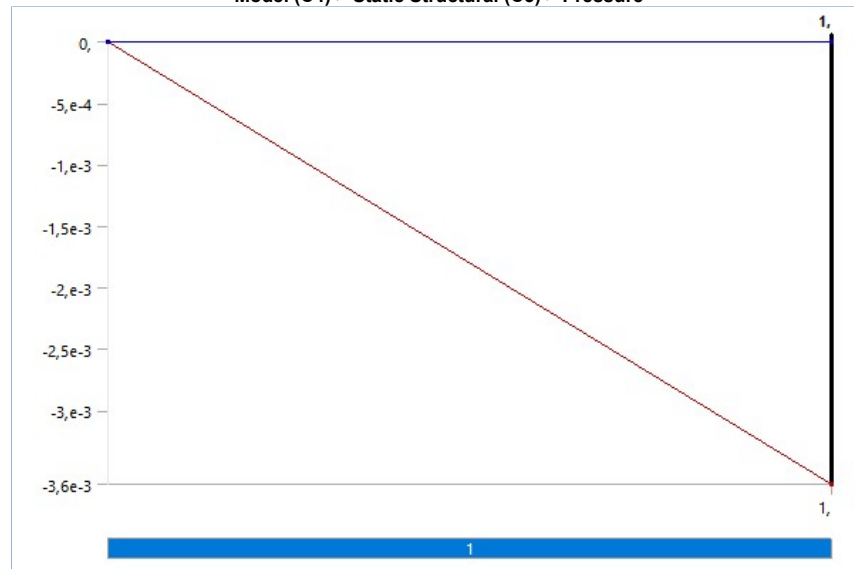
Object Name	<i>Analysis Settings</i>
State	Fully Defined
Step Controls	
Number Of Steps	1,
Current Step Number	1,
Step End Time	1, s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Off
Solver Pivot Checking	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Rotordynamics Controls	
Coriolis Effect	Off
Restart Controls	
Generate Restart Points	Program Controlled
Retain Files After Full Solve	No
Combine Restart Files	Program Controlled
Nonlinear Controls	
Newton-Raphson Option	Program Controlled
Force Convergence	Program Controlled

Moment Convergence	Program Controlled
Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
Stabilization	Off
Output Controls	
Stress	Yes
Strain	Yes
Nodal Forces	No
Contact Miscellaneous	No
General Miscellaneous	No
Store Results At	All Time Points
Analysis Data Management	
Solver Files Directory	D:\ANSYS Inc\v190\Framework\bin\Win64\ANSYS PROYECTOS\CHASIS MONOPLAZA\estructura superior_files\dp0\SYS-2\MECH\
Future Analysis	None
Scratch Solver Files Directory	
Save MAPDL db	No
Contact Summary	Program Controlled
Delete Unneeded Files	Yes
Nonlinear Solution	No
Solver Units	Active System
Solver Unit System	mm

TABLE 18
Model (C4) > Static Structural (C5) > Loads

Object Name	Fixed Support	Pressure
State	Fully Defined	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	10 Faces	13 Faces
Definition		
Type	Fixed Support	Pressure
Suppressed	No	
Define By		Components
Coordinate System		Global Coordinate System
X Component		-3,6e-003 MPa (ramped)
Y Component		0, MPa (ramped)
Z Component		0, MPa (ramped)

FIGURE 1
Model (C4) > Static Structural (C5) > Pressure



Solution (C6)

TABLE 19
Model (C4) > Static Structural (C5) > Solution

Object Name	<i>Solution (C6)</i>
State	Solved
Adaptive Mesh Refinement	

Max Refinement Loops	1,
Refinement Depth	2,
Information	
Status	Done
MAPDL Elapsed Time	11 m 17 s
MAPDL Memory Used	9,3994 GB
MAPDL Result File Size	302,38 MB
Post Processing	
Beam Section Results	No
On Demand Stress/Strain	No

TABLE 20
Model (C4) > Static Structural (C5) > Solution (C6) > Solution Information

Object Name	<i>Solution Information</i>
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Identify Element Violations	0
Update Interval	2,5 s
Display Points	All
FE Connection Visibility	
Activate Visibility	Yes
Display	All FE Connectors
Draw Connections Attached To	All Nodes
Line Color	Connection Type
Visible on Results	No
Line Thickness	Single
Display Type	Lines

TABLE 21
Model (C4) > Static Structural (C5) > Solution (C6) > Results

Object Name	Equivalent Stress	Total Deformation
State	Solved	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	All Bodies	
Definition		
Type	Equivalent (von-Mises) Stress	Total Deformation
By	Time	
Display Time	Last	
Calculate Time History	Yes	
Identifier		
Suppressed	No	
Integration Point Results		
Display Option	Averaged	
Average Across Bodies	No	
Results		
Minimum	1,7624e-003 MPa	0, mm
Maximum	768,32 MPa	5,8423 mm
Average	14,67 MPa	2,3618 mm
Minimum Occurs On	Solid	
Maximum Occurs On	Solid	
Information		
Time	1, s	
Load Step	1	
Substep	1	
Iteration Number	1	

FIGURE 2
Model (C4) > Static Structural (C5) > Solution (C6) > Equivalent Stress

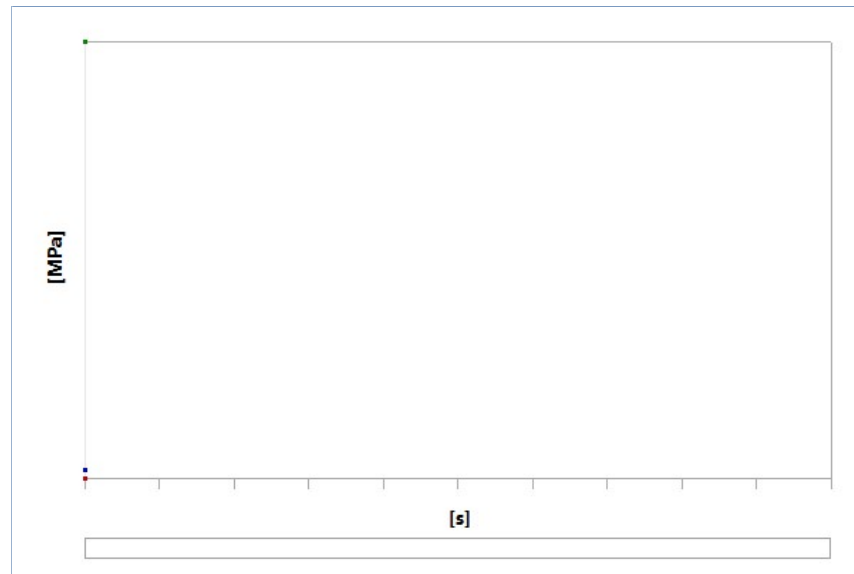


TABLE 22
Model (C4) > Static Structural (C5) > Solution (C6) > Equivalent Stress

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]	Average [MPa]
1,	1,7624e-003	768,32	14,67

FIGURE 3
Model (C4) > Static Structural (C5) > Solution (C6) > Total Deformation

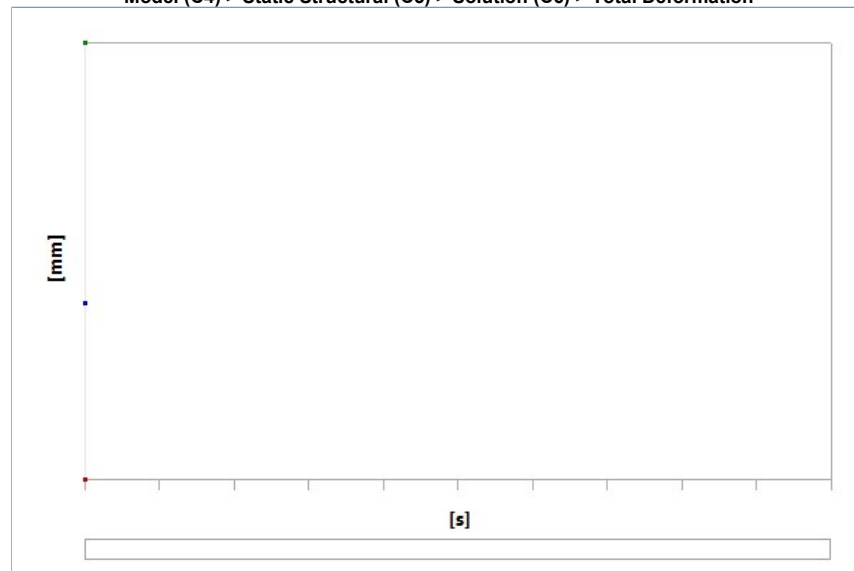


TABLE 23
Model (C4) > Static Structural (C5) > Solution (C6) > Total Deformation

Time [s]	Minimum [mm]	Maximum [mm]	Average [mm]
1,	0,	5,8423	2,3618

Material Data

Structural Steel

TABLE 24
Structural Steel > Constants

Density	7,85e-006 kg mm ⁻³
Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion	1,2e-005 C ⁻¹
Specific Heat Constant Pressure	4,34e+005 mJ kg ⁻¹ C ⁻¹
Isotropic Thermal Conductivity	6,05e-002 W mm ⁻¹ C ⁻¹
Isotropic Resistivity	1,7e-004 ohm mm

TABLE 25

Structural Steel > Color

Red	Green	Blue
132,	139,	179,

TABLE 26**Structural Steel > Compressive Ultimate Strength**

Compressive Ultimate Strength MPa
0,

TABLE 27**Structural Steel > Compressive Yield Strength**

Compressive Yield Strength MPa
250,

TABLE 28**Structural Steel > Tensile Yield Strength**

Tensile Yield Strength MPa
250,

TABLE 29**Structural Steel > Tensile Ultimate Strength**

Tensile Ultimate Strength MPa
460,

TABLE 30**Structural Steel > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion**

Zero-Thermal-Strain Reference Temperature C
22,

TABLE 31**Structural Steel > Alternating Stress Mean Stress**

Alternating Stress MPa	Cycles	Mean Stress MPa
3999,	10,	0,
2827,	20,	0,
1896,	50,	0,
1413,	100,	0,
1069,	200,	0,
441,	2000,	0,
262,	10000	0,
214,	20000	0,
138,	1,e+005	0,
114,	2,e+005	0,
86,2	1,e+006	0,

TABLE 32**Structural Steel > Strain-Life Parameters**

Strength Coefficient MPa	Strength Exponent	Ductility Coefficient	Ductility Exponent	Cyclic Strength Coefficient MPa	Cyclic Strain Hardening Exponent
920,	-0,106	0,213	-0,47	1000,	0,2

TABLE 33**Structural Steel > Isotropic Elasticity**

Temperature C	Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa
	2,e+005	0,3	1,6667e+005	76923

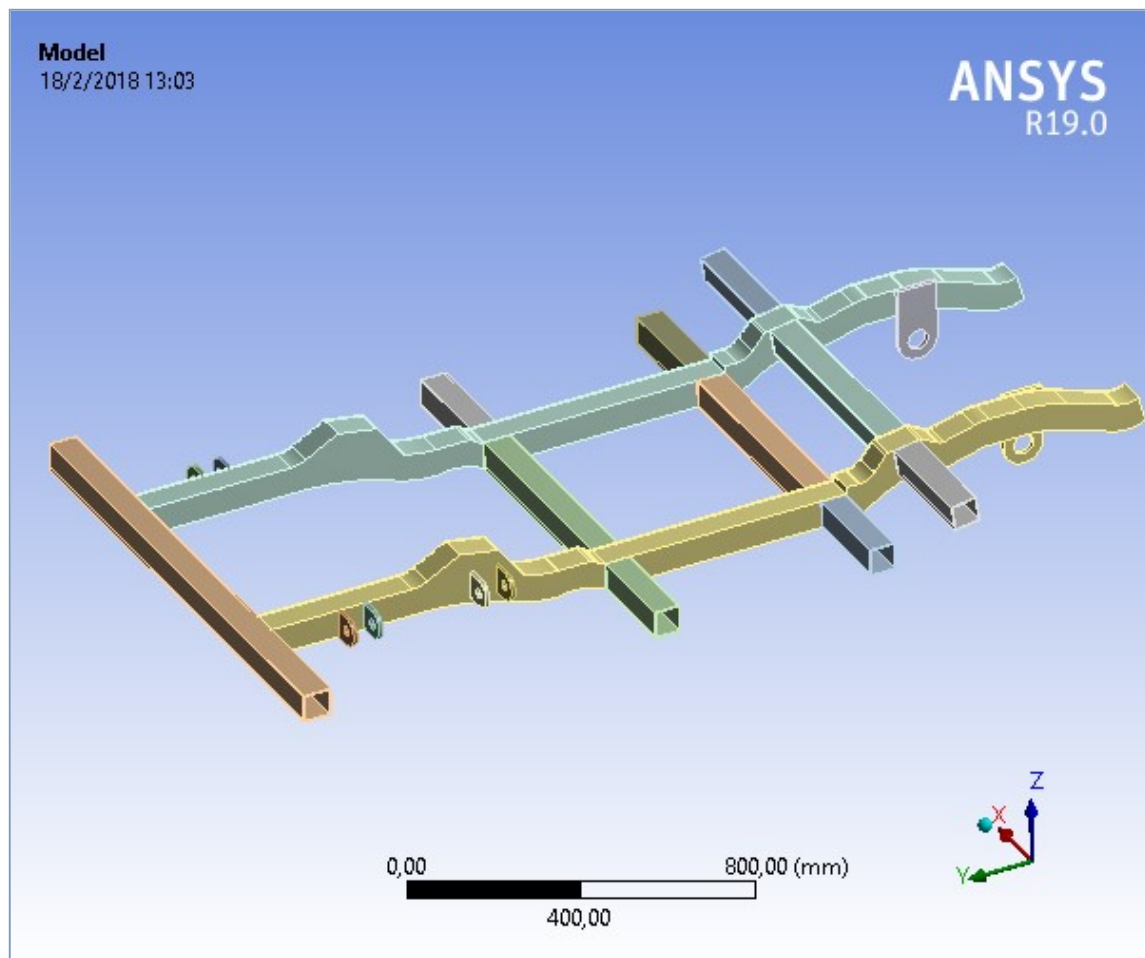
TABLE 34**Structural Steel > Isotropic Relative Permeability**

Relative Permeability
10000



Project

First Saved	Sunday, February 18, 2018
Last Saved	Sunday, February 18, 2018
Product Version	19.0 Release
Save Project Before Solution	No
Save Project After Solution	No



Contents

- [Units](#)
- [Model \(F4\)](#)
 - [Geometry](#)
 - [Parts](#)
 - [Coordinate Systems](#)
 - [Connections](#)
 - [Contacts](#)
 - [Contact Regions](#)
 - [Mesh](#)
 - [Static Structural \(F5\)](#)
 - [Analysis Settings](#)
 - [Loads](#)
 - [Solution \(F6\)](#)
 - [Solution Information](#)
 - [Results](#)
- [Material Data](#)
 - [Structural Steel](#)

Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, kg, N, s, mV, mA) Degrees rad/s Celsius
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s
Temperature	Celsius

Model (F4)

Geometry

TABLE 2
Model (F4) > Geometry

Object Name	<i>Geometry</i>
State	Fully Defined
Definition	
Source	D:\ANSYS Inc\v190\Framework\bin\Win64\ANSYS PROYECTOS\CHASIS MONOPLAZA\estructura superior_files\dp0\SYS-5\DM\SYS-5.agdb
Type	DesignModeler
Length Unit	Meters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Body Color
Bounding Box	
Length X	1260, mm
Length Y	2320,7 mm
Length Z	237,1 mm
Properties	
Volume	8,1295e+006 mm ³
Mass	63,816 kg
Scale Factor Value	1,

Statistics	
Bodies	22
Active Bodies	22
Nodes	22194
Elements	6113
Mesh Metric	None
Basic Geometry Options	
Parameters	Independent
Parameter Key	
Attributes	Yes
Attribute Key	
Named Selections	Yes
Named Selection Key	
Material Properties	Yes
Advanced Geometry Options	
Use Associativity	Yes
Coordinate Systems	Yes
Coordinate System Key	
Reader Mode Saves Updated File	No
Use Instances	Yes
Smart CAD Update	Yes
Compare Parts On Update	No
Analysis Type	3-D
Decompose Disjoint Geometry	Yes
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model (F4) > Geometry > Parts

Object Name	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid
State	Meshed										
Graphics Properties											
Visible	Yes										
Transparency	1										
Definition											
Suppressed	No										
Stiffness Behavior	Flexible										
Coordinate System	Default Coordinate System										
Reference Temperature	By Environment										
Behavior	None										
Material											
Assignment	Structural Steel										
Nonlinear Effects	Yes										
Thermal Strain Effects	Yes										
Bounding Box											
Length X	285, mm	535, mm				12,5 mm		75, mm			
Length Y	74,172 mm	70, mm		79,877 mm		100, mm		10, mm			
				79.877							

Length Z	74,172 mm	70, mm	mm	192, mm	70, mm
Properties					
Volume	2,1204e+005 mm ³	4,3014e+005 mm ³	2,0204e+005 mm ³	42334 mm ³	
Mass	1,6645 kg	3,3766 kg	1,586 kg	0,33232 kg	
Centroid X	-480, mm	480, mm	-2,6256e-014 mm	1,9429e-013 mm	2,3893e-013 mm
Centroid Y	-575,06 mm	171,22 mm	-379,16 mm	-572,97 mm	-261,25 mm
Centroid Z	121,96 mm	35, mm	119,11 mm	75,283 mm	115,45 mm
Moment of Inertia Ip1	2137,8 kg·mm ²	5062,6 kg·mm ²	5742,4 kg·mm ²	136,91 kg·mm ²	
Moment of Inertia Ip2	12336 kg·mm ²	83070 kg·mm ²	4393,1 kg·mm ²	281,62 kg·mm ²	
Moment of Inertia Ip3	12336 kg·mm ²	83070 kg·mm ²	1390,6 kg·mm ²	150,25 kg·mm ²	
Statistics					
Nodes	976	1088	282	313	348
Elements	128	144	31	34	39
Mesh Metric	None				

TABLE 4
Model (F4) > Geometry > Parts

Object Name	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid
State	Meshed										
Graphics Properties											
Visible	Yes										
Transparency	1										
Definition											
Suppressed	No										
Stiffness Behavior	Flexible										
Coordinate System	Default Coordinate System										
Reference Temperature	By Environment										
Behavior	None										
Material											
Assignment	Structural Steel										
Nonlinear Effects	Yes										
Thermal Strain Effects	Yes										
Bounding Box											
Length X	75, mm			243,5 mm				1260, mm		70, mm	
Length Y	10, mm			65, mm				70, mm		2250,7 mm	
Length Z	70, mm								205,1 mm		
Properties											
Volume	42334 mm³			1,8847e+005 mm³				1,013e+006 mm³		1,9526e+006 mm³	
Mass	0,33232 kg			1,4795 kg				7,9524 kg		15,328 kg	
Centroid X	-370,97 mm		370,97 mm	459,25 mm		-459,25 mm		-3,5675e-014 mm		302,5 mm	-302,5 mm
Centroid Y	888,2 mm	822,2 mm	481,2 mm	-381,66 mm	173,72 mm	-381,66 mm	173,72 mm	1100, mm		-43,633 mm	
Centroid Z	115,45 mm			35, mm				115,45 mm		84,147 mm	

Moment of Inertia Ip1	136,91 kg·mm²			2056,1 kg·mm²				11923 kg·mm²	6,5398e+006 kg·mm²	
Moment of Inertia Ip2	281,62 kg·mm²			8397,8 kg·mm²	8397,9 kg·mm²	8397,8 kg·mm²	8397,9 kg·mm²	1,0581e+006 kg·mm²	46880 kg·mm²	
Moment of Inertia Ip3	150,25 kg·mm²			8278,5 kg·mm²				1,0581e+006 kg·mm²	6,5161e+006 kg·mm²	
Statistics										
Nodes	313	348	313	1134	1125			944	4184	4168
Elements	34	39	34	176	168			224	2091	2081
Mesh Metric	None									

Coordinate Systems

TABLE 5
Model (F4) > Coordinate Systems > Coordinate System

Object Name	<i>Global Coordinate System</i>
State	Fully Defined
Definition	
Type	Cartesian
Coordinate System ID	0,
Origin	
Origin X	0, mm
Origin Y	0, mm
Origin Z	0, mm
Directional Vectors	
X Axis Data	[1, 0, 0,]
Y Axis Data	[0, 1, 0,]
Z Axis Data	[0, 0, 1,]

Connections

TABLE 6
Model (F4) > Connections

Object Name	<i>Connections</i>
State	Fully Defined
Auto Detection	
Generate Automatic Connection On Refresh	Yes
Transparency	
Enabled	Yes

TABLE 7
Model (F4) > Connections > Contacts

Object Name	<i>Contacts</i>
State	Fully Defined
Definition	
Connection Type	Contact
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Auto Detection	
Tolerance Type	Slider
Tolerance Slider	0,
Tolerance Value	6,6283 mm
Use Range	No
Face/Face	Yes

Face Overlap Tolerance	Off
Cylindrical Faces	Include
Face/Edge	No
Edge/Edge	No
Priority	Include All
Group By	Bodies
Search Across	Bodies
Statistics	
Connections	24
Active Connections	24

TABLE 8
Model (F4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region	Contact Region 2	Contact Region 3	Contact Region 4	Contact Region 5	Contact Region 6	Contact Region 7	Contact Region 8	Contact Region 9	Contact Region 10	Contact Region 11
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	1 Face										
Target	1 Face										
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	6,6283 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target											

Geometry Correction	None
---------------------	------

TABLE 9
Model (F4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 12	Contact Region 13	Contact Region 14	Contact Region 15	Contact Region 16	Contact Region 17	Contact Region 18	Contact Region 19	Contact Region 20	Contact Region 21	Contact Region 22
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	1 Face										
Target	1 Face										
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	6,6283 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target Geometry Correction	None										

TABLE 10
Model (F4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 23	Contact Region 24
State	Fully Defined	
Scope		

Scoping Method	Geometry Selection
Contact	1 Face
Target	1 Face
Contact Bodies	Solid
Target Bodies	Solid
Protected	No
Definition	
Type	Bonded
Scope Mode	Automatic
Behavior	Program Controlled
Trim Contact	Program Controlled
Trim Tolerance	6,6283 mm
Suppressed	No
Advanced	
Formulation	Program Controlled
Small Sliding	Program Controlled
Detection Method	Program Controlled
Penetration Tolerance	Program Controlled
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled
Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Program Controlled
Pinball Region	Program Controlled
Geometric Modification	
Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

Mesh

TABLE 11
Model (F4) > Mesh

Object Name	<i>Mesh</i>
State	Solved
Display	
Display Style	Body Color
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Element Order	Program Controlled
Sizing	
Size Function	Adaptive
Relevance Center	Coarse
Element Size	Default
Mesh Defeaturing	Yes
Defeature Size	Default
Transition	Fast
Initial Size Seed	Assembly
Span Angle Center	Coarse
Bounding Box Diagonal	2651,30 mm
Average Surface Area	14459 mm ²
Minimum Edge Length	5,81750 mm
Quality	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
Error Limits	Standard Mechanical
Target Quality	Default (0.050000)
Smoothing	Medium

Mesh Metric	None
Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0,272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Number of Retries	Default (4)
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Topology Checking	Yes
Pinch Tolerance	Please Define
Generate Pinch on Refresh	No
Statistics	
Nodes	22194
Elements	6113

Static Structural (F5)

TABLE 12
Model (F4) > Analysis

Object Name	<i>Static Structural (F5)</i>
State	Solved
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Solver Target	Mechanical APDL
Options	
Environment Temperature	22, °C
Generate Input Only	No

TABLE 13
Model (F4) > Static Structural (F5) > Analysis Settings

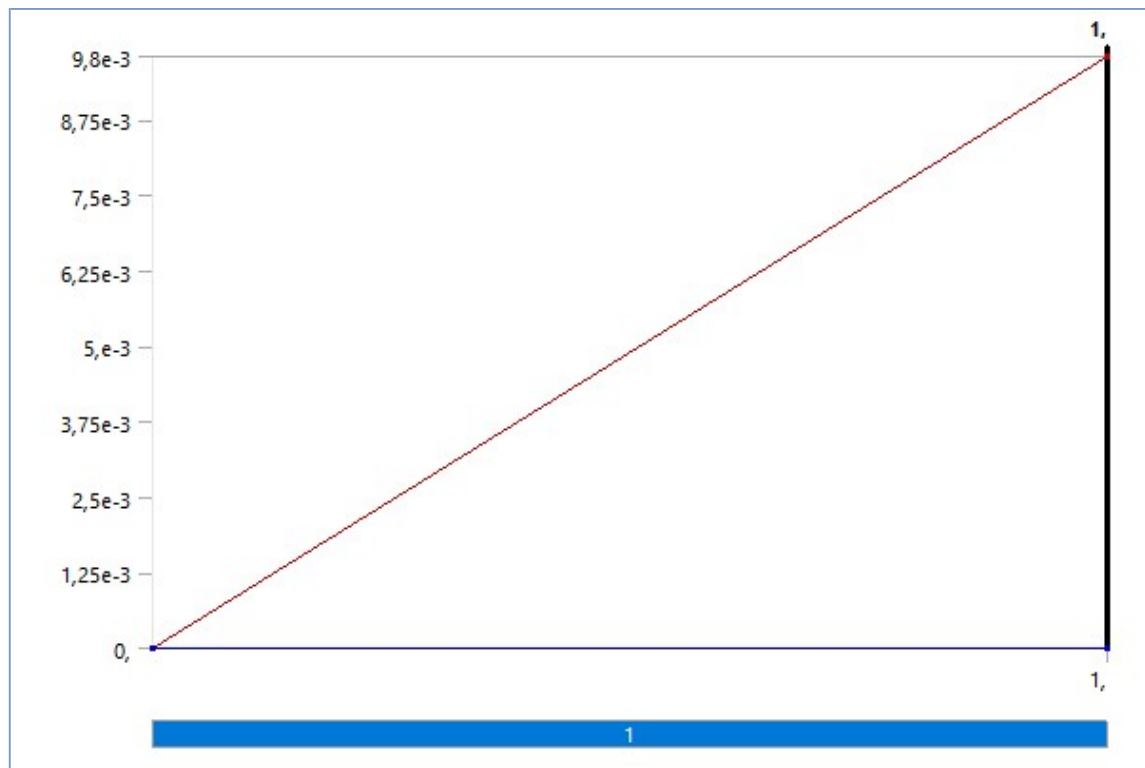
Object Name	<i>Analysis Settings</i>
State	Fully Defined
Step Controls	
Number Of Steps	1,
Current Step Number	1,
Step End Time	1, s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Off
Solver Pivot Checking	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Rotordynamics Controls	
Coriolis Effect	Off
Restart Controls	
Generate Restart	

Points	Program Controlled
Retain Files After Full Solve	No
Combine Restart Files	Program Controlled
Nonlinear Controls	
Newton-Raphson Option	Program Controlled
Force Convergence	Program Controlled
Moment Convergence	Program Controlled
Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
Stabilization	Off
Output Controls	
Stress	Yes
Strain	Yes
Nodal Forces	No
Contact Miscellaneous	No
General Miscellaneous	No
Store Results At	All Time Points
Analysis Data Management	
Solver Files Directory	D:\ANSYS Inc\v190\Framework\bin\Win64\ANSYS PROYECTOS\CHASIS MONOPLAZA\estructura superior_files\dp0\SYS-5\MECH\
Future Analysis	None
Scratch Solver Files Directory	
Save MAPDL db	No
Contact Summary	Program Controlled
Delete Unneeded Files	Yes
Nonlinear Solution	No
Solver Units	Active System
Solver Unit System	nmm

TABLE 14
Model (F4) > Static Structural (F5) > Loads

Object Name	Pressure	Fixed Support
State	Fully Defined	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	1 Face	10 Faces
Definition		
Type	Pressure	Fixed Support
Define By	Components	
Coordinate System	Global Coordinate System	
X Component	9,8e-003 MPa (ramped)	
Y Component	0, MPa (ramped)	
Z Component	0, MPa (ramped)	
Suppressed	No	

FIGURE 1
Model (F4) > Static Structural (F5) > Pressure



Solution (F6)

TABLE 15
Model (F4) > Static Structural (F5) > Solution

Object Name	<i>Solution (F6)</i>
State	Solved
Adaptive Mesh Refinement	
Max Refinement Loops	1,
Refinement Depth	2,
Information	
Status	Done
MAPDL Elapsed Time	4, s
MAPDL Memory Used	318, MB
MAPDL Result File Size	7,3125 MB
Post Processing	
Beam Section Results	No
On Demand Stress/Strain	No

TABLE 16
Model (F4) > Static Structural (F5) > Solution (F6) > Solution Information

Object Name	<i>Solution Information</i>
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Identify Element Violations	0
Update Interval	2,5 s
Display Points	All
FE Connection Visibility	
Activate Visibility	Yes
Display	All FE Connectors

Draw Connections Attached To	All Nodes
Line Color	Connection Type
Visible on Results	No
Line Thickness	Single
Display Type	Lines

TABLE 17
Model (F4) > Static Structural (F5) > Solution (F6) > Results

Object Name	Equivalent Stress	Total Deformation
State	Solved	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	All Bodies	
Definition		
Type	Equivalent (von-Mises) Stress	Total Deformation
By	Time	
Display Time	Last	
Calculate Time History	Yes	
Identifier		
Suppressed	No	
Integration Point Results		
Display Option	Averaged	
Average Across Bodies	No	
Results		
Minimum	2,2896e-004 MPa	0, mm
Maximum	9,3762 MPa	3,1205e-002 mm
Average	0,48739 MPa	1,6299e-002 mm
Minimum Occurs On	Solid	
Maximum Occurs On	Solid	
Information		
Time	1, s	
Load Step	1	
Substep	1	
Iteration Number	1	

FIGURE 2
Model (F4) > Static Structural (F5) > Solution (F6) > Equivalent Stress

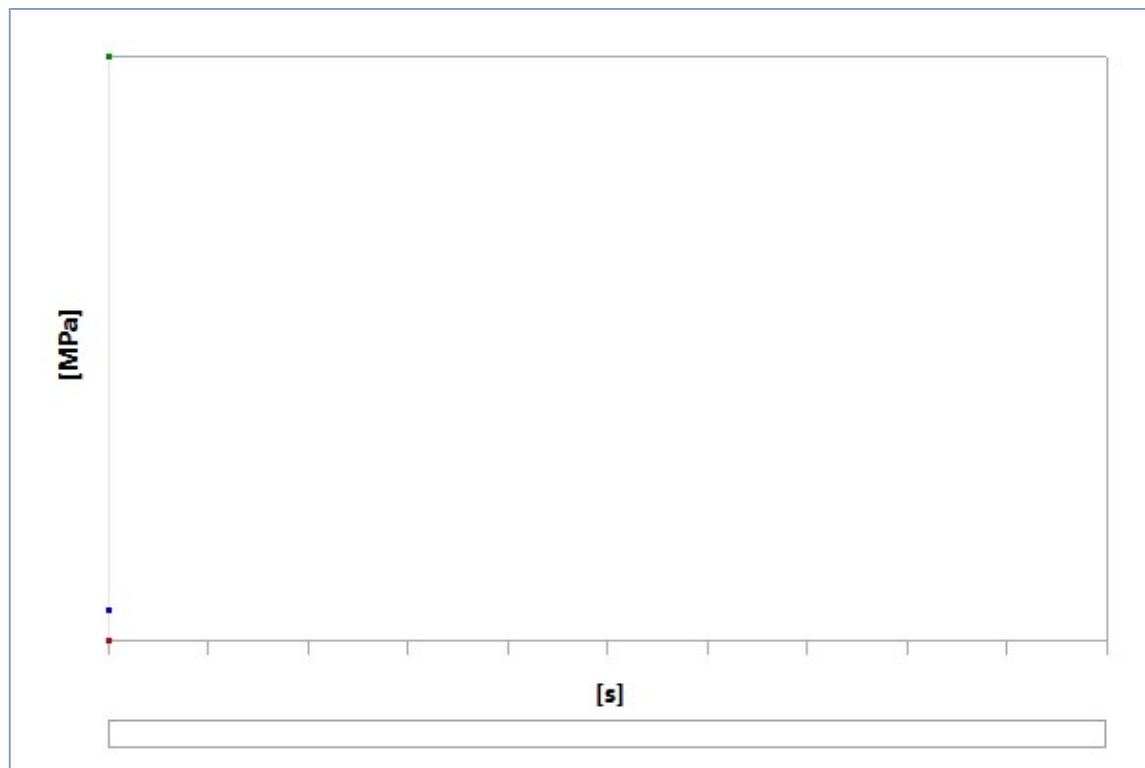


TABLE 18
Model (F4) > Static Structural (F5) > Solution (F6) > Equivalent Stress

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]	Average [MPa]
1,	2,2896e-004	9,3762	0,48739

FIGURE 3
Model (F4) > Static Structural (F5) > Solution (F6) > Total Deformation

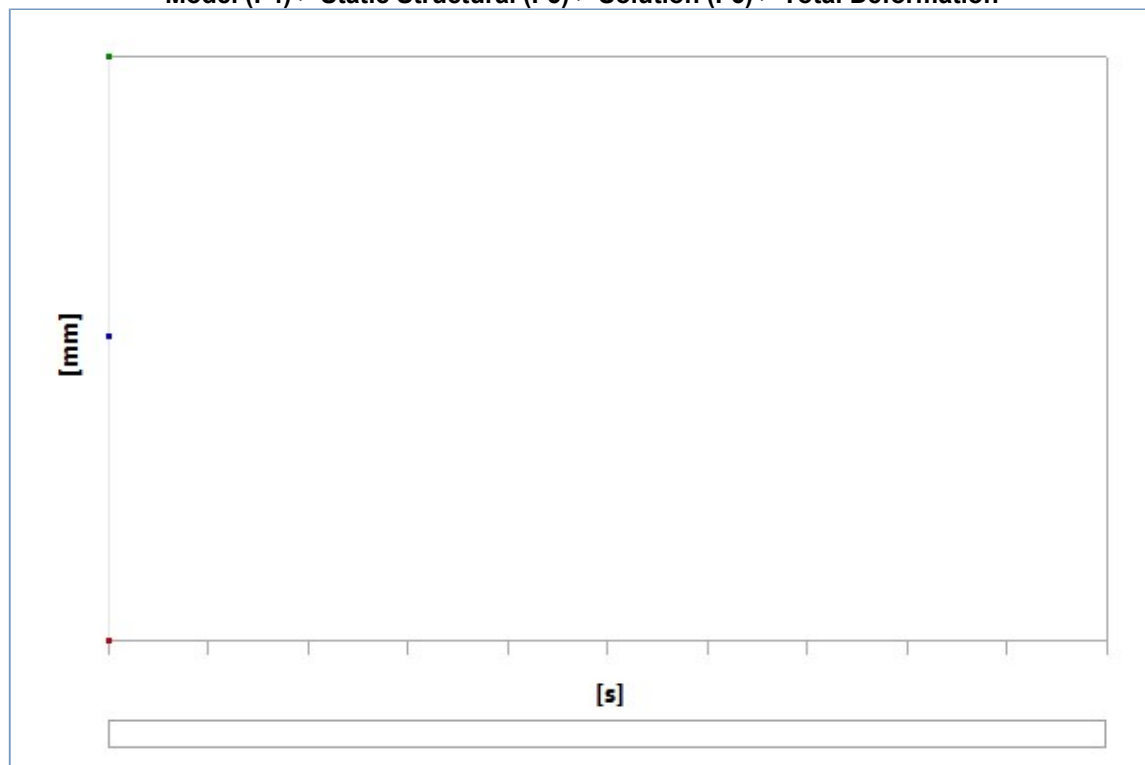


TABLE 19
Model (F4) > Static Structural (F5) > Solution (F6) > Total Deformation

Time [s]	Minimum [mm]	Maximum [mm]	Average [mm]
1,	0,	3,1205e-002	1,6299e-002

Material Data

Structural Steel

TABLE 20
Structural Steel > Constants

Density	7,85e-006 kg mm ⁻³
Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion	1,2e-005 C ⁻¹
Specific Heat Constant Pressure	4,34e+005 mJ kg ⁻¹ C ⁻¹
Isotropic Thermal Conductivity	6,05e-002 W mm ⁻¹ C ⁻¹
Isotropic Resistivity	1,7e-004 ohm mm

TABLE 21
Structural Steel > Color

Red	Green	Blue
132,	139,	179,

TABLE 22
Structural Steel > Compressive Ultimate Strength

Compressive Ultimate Strength MPa
0,

TABLE 23
Structural Steel > Compressive Yield Strength

Compressive Yield Strength MPa
250,

TABLE 24
Structural Steel > Tensile Yield Strength

Tensile Yield Strength MPa
250,

TABLE 25
Structural Steel > Tensile Ultimate Strength

Tensile Ultimate Strength MPa
460,

TABLE 26
Structural Steel > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Zero-Thermal-Strain Reference Temperature C
22,

TABLE 27
Structural Steel > Alternating Stress Mean Stress

Alternating Stress MPa	Cycles	Mean Stress MPa
3999,	10,	0,
2827,	20,	0,
1896,	50,	0,
1413,	100,	0,
1069,	200,	0,
441,	2000,	0,

262,	10000	0,
214,	20000	0,
138,	1,e+005	0,
114,	2,e+005	0,
86,2	1,e+006	0,

TABLE 28
Structural Steel > Strain-Life Parameters

Strength Coefficient MPa	Strength Exponent	Ductility Coefficient	Ductility Exponent	Cyclic Strength Coefficient MPa	Cyclic Strain Hardening Exponent
920,	-0,106	0,213	-0,47	1000,	0,2

TABLE 29
Structural Steel > Isotropic Elasticity

Temperature C	Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa
	2,e+005	0,3	1,6667e+005	76923

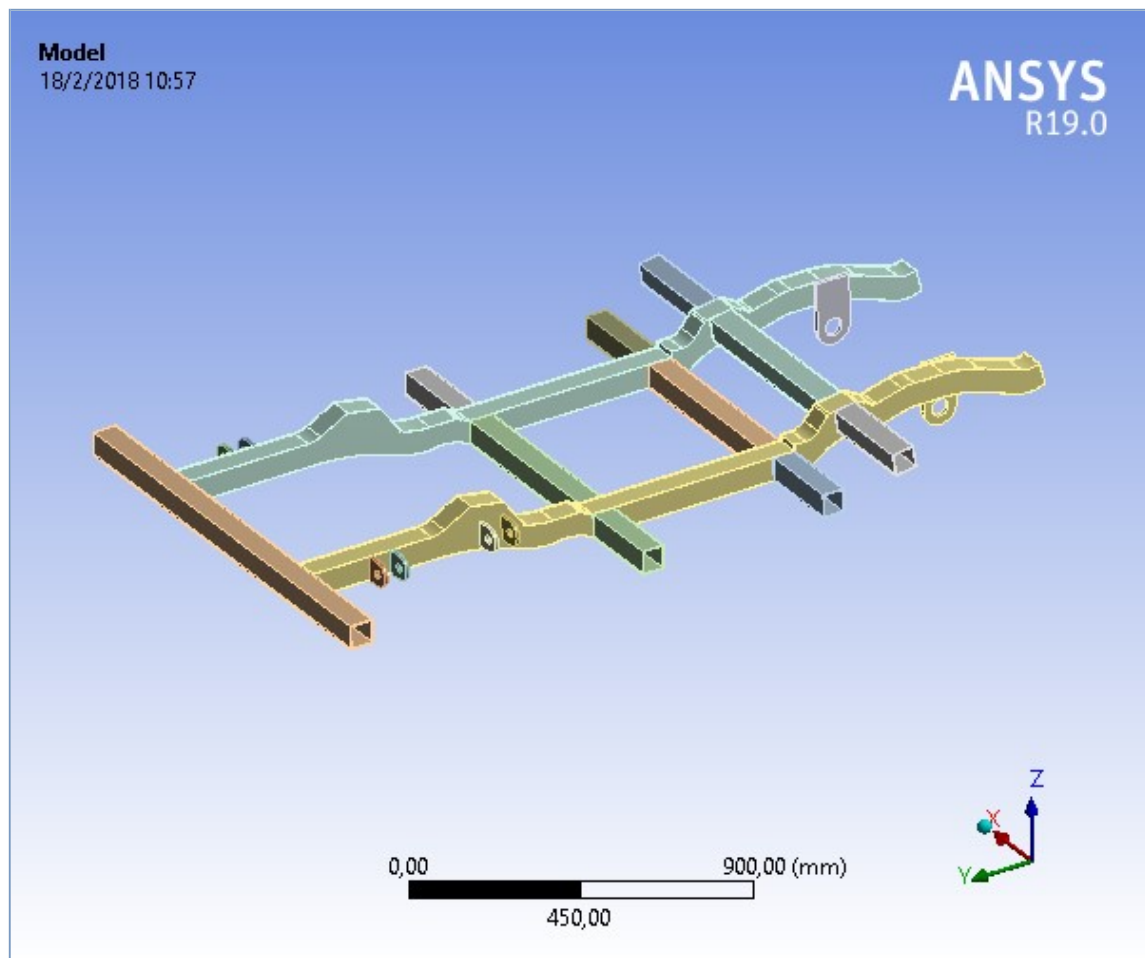
TABLE 30
Structural Steel > Isotropic Relative Permeability

Relative Permeability
10000



Project

First Saved	Sunday, February 18, 2018
Last Saved	Sunday, February 18, 2018
Product Version	19.0 Release
Save Project Before Solution	No
Save Project After Solution	No



Contents

- [Units](#)
- [Model \(D4\)](#)
 - [Geometry](#)
 - [Parts](#)
 - [Coordinate Systems](#)
 - [Connections](#)
 - [Contacts](#)
 - [Contact Regions](#)
 - [Mesh](#)
 - [Static Structural \(D5\)](#)
 - [Analysis Settings](#)
 - [Loads](#)
 - [Solution \(D6\)](#)
 - [Solution Information](#)
 - [Results](#)
- [Material Data](#)
 - [Structural Steel](#)

Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, kg, N, s, mV, mA) Degrees rad/s Celsius
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s
Temperature	Celsius

Model (D4)

Geometry

TABLE 2
Model (D4) > Geometry

Object Name	<i>Geometry</i>
State	Fully Defined
Definition	
Source	D:\ANSYS Inc\v190\Framework\bin\Win64\ANSYS PROYECTOS\CHASIS MONOPLAZA\estructura superior_files\dp0\SYS-3\DM\SYS-3.agdb
Type	DesignModeler
Length Unit	Meters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Body Color
Bounding Box	
Length X	1260, mm
Length Y	2320,7 mm
Length Z	237,1 mm
Properties	
Volume	8,1295e+006 mm ³
Mass	63,816 kg
Scale Factor Value	1,

Statistics	
Bodies	22
Active Bodies	22
Nodes	22194
Elements	6113
Mesh Metric	None
Basic Geometry Options	
Parameters	Independent
Parameter Key	
Attributes	Yes
Attribute Key	
Named Selections	Yes
Named Selection Key	
Material Properties	Yes
Advanced Geometry Options	
Use Associativity	Yes
Coordinate Systems	Yes
Coordinate System Key	
Reader Mode Saves Updated File	No
Use Instances	Yes
Smart CAD Update	Yes
Compare Parts On Update	No
Analysis Type	3-D
Decompose Disjoint Geometry	Yes
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model (D4) > Geometry > Parts

Object Name	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid
State	Meshed									
Graphics Properties										
Visible	Yes									
Transparency	1									
Definition										
Suppressed	No									
Stiffness Behavior	Flexible									
Coordinate System	Default Coordinate System									
Reference Temperature	By Environment									
Behavior	None									
Material										
Assignment	Structural Steel									
Nonlinear Effects	Yes									
Thermal Strain Effects	Yes									
Bounding Box										
Length X	285, mm	535, mm				12,5 mm		75, mm		
Length Y	74,172 mm	70, mm		79,877 mm		100, mm		10, mm		
				79.877						

Length Z	74,172 mm		70, mm		mm	192, mm		70, mm		
Properties										
Volume	2,1204e+005 mm³		4,3014e+005 mm³			2,0204e+005 mm³		42334 mm³		
Mass	1,6645 kg		3,3766 kg			1,586 kg		0,33232 kg		
Centroid X	-480, mm	480, mm	-2,6256e-014 mm	1,9429e-013 mm	2,3893e-013 mm	-261,25 mm	261,25 mm	-370,97 mm	370,97 mm	
Centroid Y	-575,06 mm		171,22 mm	-379,16 mm	-572,97 mm	-906,19 mm		547,2 mm	822,2 mm 888,2 mm	
Centroid Z	121,96 mm		35, mm		119,11 mm	75,283 mm		115,45 mm		
Moment of Inertia Ip1	2137,8 kg·mm²		5062,6 kg·mm²			5742,4 kg·mm²		136,91 kg·mm²		
Moment of Inertia Ip2	12336 kg·mm²		83070 kg·mm²			4393,1 kg·mm²		281,62 kg·mm²		
Moment of Inertia Ip3	12336 kg·mm²		83070 kg·mm²			1390,6 kg·mm²		150,25 kg·mm²		
Statistics										
Nodes	976		1088			282		313	348 313	
Elements	128		144			31		34	39 34	
Mesh Metric	None									

TABLE 4
Model (D4) > Geometry > Parts

Object Name	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid
State	Meshed										
Graphics Properties											
Visible	Yes										
Transparency	1										
Definition											
Suppressed	No										
Stiffness Behavior	Flexible										
Coordinate System	Default Coordinate System										
Reference Temperature	By Environment										
Behavior	None										
Material											
Assignment	Structural Steel										
Nonlinear Effects	Yes										
Thermal Strain Effects	Yes										
Bounding Box											
Length X	75, mm			243,5 mm				1260, mm		70, mm	
Length Y	10, mm			65, mm				70, mm		2250,7 mm	
Length Z	70, mm								205,1 mm		
Properties											
Volume	42334 mm³			1,8847e+005 mm³				1,013e+006 mm³		1,9526e+006 mm³	
Mass	0,33232 kg			1,4795 kg				7,9524 kg		15,328 kg	
Centroid X	-370,97 mm		370,97 mm	459,25 mm		-459,25 mm		-3,5675e-014 mm		302,5 mm	-302,5 mm
Centroid Y	888,2 mm	822,2 mm	481,2 mm	-381,66 mm	173,72 mm	-381,66 mm	173,72 mm	1100, mm		-43,633 mm	
Centroid Z	115,45 mm			35, mm				115,45 mm		84,147 mm	

Moment of Inertia Ip1	136,91 kg·mm²			2056,1 kg·mm²				11923 kg·mm²	6,5398e+006 kg·mm²	
Moment of Inertia Ip2	281,62 kg·mm²			8397,8 kg·mm²	8397,9 kg·mm²	8397,8 kg·mm²	8397,9 kg·mm²	1,0581e+006 kg·mm²	46880 kg·mm²	
Moment of Inertia Ip3	150,25 kg·mm²			8278,5 kg·mm²				1,0581e+006 kg·mm²	6,5161e+006 kg·mm²	
Statistics										
Nodes	313	348	313	1134	1125			944	4184	4168
Elements	34	39	34	176	168			224	2091	2081
Mesh Metric	None									

Coordinate Systems

TABLE 5
Model (D4) > Coordinate Systems > Coordinate System

Object Name	<i>Global Coordinate System</i>
State	Fully Defined
Definition	
Type	Cartesian
Coordinate System ID	0,
Origin	
Origin X	0, mm
Origin Y	0, mm
Origin Z	0, mm
Directional Vectors	
X Axis Data	[1, 0, 0,]
Y Axis Data	[0, 1, 0,]
Z Axis Data	[0, 0, 1,]

Connections

TABLE 6
Model (D4) > Connections

Object Name	<i>Connections</i>
State	Fully Defined
Auto Detection	
Generate Automatic Connection On Refresh	Yes
Transparency	
Enabled	Yes

TABLE 7
Model (D4) > Connections > Contacts

Object Name	<i>Contacts</i>
State	Fully Defined
Definition	
Connection Type	Contact
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Auto Detection	
Tolerance Type	Slider
Tolerance Slider	0,
Tolerance Value	6,6283 mm
Use Range	No
Face/Face	Yes

Face Overlap Tolerance	Off
Cylindrical Faces	Include
Face/Edge	No
Edge/Edge	No
Priority	Include All
Group By	Bodies
Search Across	Bodies
Statistics	
Connections	24
Active Connections	24

TABLE 8
Model (D4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region	Contact Region 2	Contact Region 3	Contact Region 4	Contact Region 5	Contact Region 6	Contact Region 7	Contact Region 8	Contact Region 9	Contact Region 10	Contact Region 11
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	1 Face										
Target	1 Face										
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	6,6283 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target											

Geometry Correction	None
---------------------	------

TABLE 9
Model (D4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 12	Contact Region 13	Contact Region 14	Contact Region 15	Contact Region 16	Contact Region 17	Contact Region 18	Contact Region 19	Contact Region 20	Contact Region 21	Contact Region 22
State	Fully Defined										
Scope											
Scoping Method	Geometry Selection										
Contact	1 Face										
Target	1 Face										
Contact Bodies	Solid										
Target Bodies	Solid										
Protected	No										
Definition											
Type	Bonded										
Scope Mode	Automatic										
Behavior	Program Controlled										
Trim Contact	Program Controlled										
Trim Tolerance	6,6283 mm										
Suppressed	No										
Advanced											
Formulation	Program Controlled										
Small Sliding	Program Controlled										
Detection Method	Program Controlled										
Penetration Tolerance	Program Controlled										
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled										
Normal Stiffness	Program Controlled										
Update Stiffness	Program Controlled										
Pinball Region	Program Controlled										
Geometric Modification											
Contact Geometry Correction	None										
Target Geometry Correction	None										

TABLE 10
Model (D4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region 23	Contact Region 24
State	Fully Defined	
Scope		

Scoping Method	Geometry Selection
Contact	1 Face
Target	1 Face
Contact Bodies	Solid
Target Bodies	Solid
Protected	No
Definition	
Type	Bonded
Scope Mode	Automatic
Behavior	Program Controlled
Trim Contact	Program Controlled
Trim Tolerance	6,6283 mm
Suppressed	No
Advanced	
Formulation	Program Controlled
Small Sliding	Program Controlled
Detection Method	Program Controlled
Penetration Tolerance	Program Controlled
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled
Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Program Controlled
Pinball Region	Program Controlled
Geometric Modification	
Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

Mesh

TABLE 11
Model (D4) > Mesh

Object Name	<i>Mesh</i>
State	Solved
Display	
Display Style	Body Color
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Element Order	Program Controlled
Sizing	
Size Function	Adaptive
Relevance Center	Coarse
Element Size	Default
Mesh Defeaturing	Yes
Defeature Size	Default
Transition	Fast
Initial Size Seed	Assembly
Span Angle Center	Coarse
Bounding Box Diagonal	2651,30 mm
Average Surface Area	14459 mm ²
Minimum Edge Length	5,81750 mm
Quality	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
Error Limits	Standard Mechanical
Target Quality	Default (0.050000)
Smoothing	Medium

Mesh Metric	None
Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0,272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Number of Retries	Default (4)
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Topology Checking	Yes
Pinch Tolerance	Please Define
Generate Pinch on Refresh	No
Statistics	
Nodes	22194
Elements	6113

Static Structural (D5)

TABLE 12
Model (D4) > Analysis

Object Name	<i>Static Structural (D5)</i>
State	Solved
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Solver Target	Mechanical APDL
Options	
Environment Temperature	22, °C
Generate Input Only	No

TABLE 13
Model (D4) > Static Structural (D5) > Analysis Settings

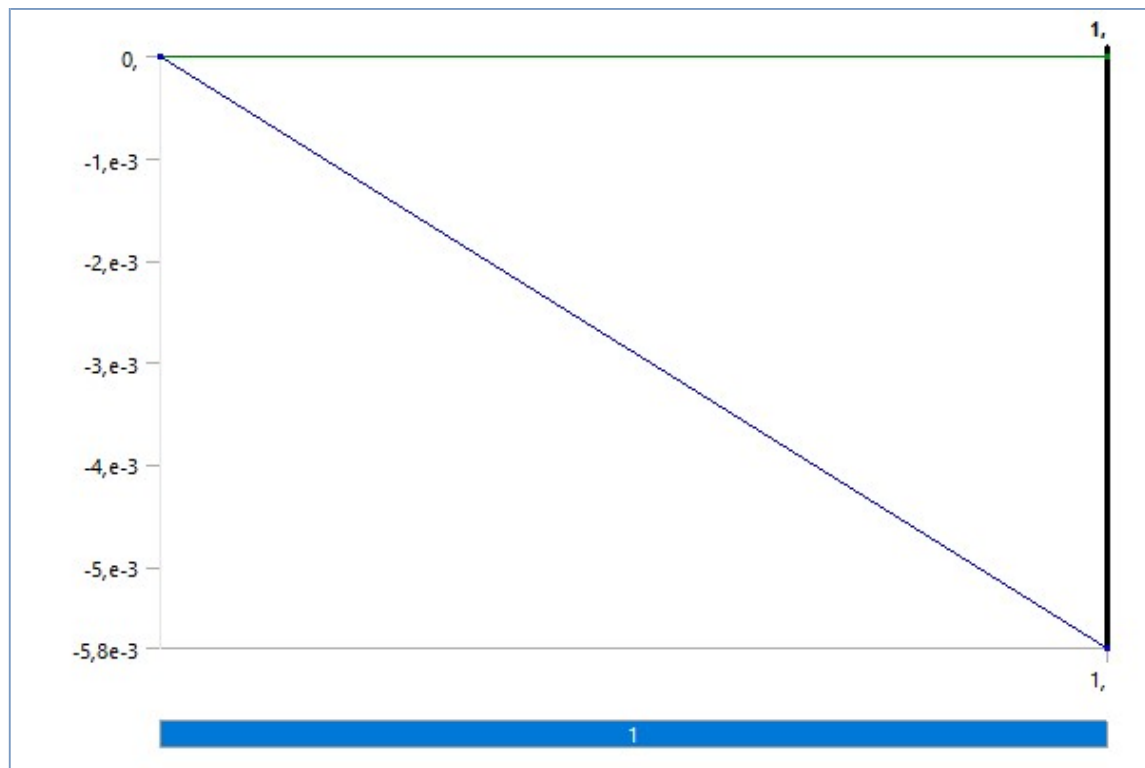
Object Name	<i>Analysis Settings</i>
State	Fully Defined
Step Controls	
Number Of Steps	1,
Current Step Number	1,
Step End Time	1, s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Off
Solver Pivot Checking	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Rotordynamics Controls	
Coriolis Effect	Off
Restart Controls	
Generate Restart	

Points	Program Controlled
Retain Files After Full Solve	No
Combine Restart Files	Program Controlled
Nonlinear Controls	
Newton-Raphson Option	Program Controlled
Force Convergence	Program Controlled
Moment Convergence	Program Controlled
Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
Stabilization	Off
Output Controls	
Stress	Yes
Strain	Yes
Nodal Forces	No
Contact Miscellaneous	No
General Miscellaneous	No
Store Results At	All Time Points
Analysis Data Management	
Solver Files Directory	D:\ANSYS Inc\v190\Framework\bin\Win64\ANSYS PROYECTOS\CHASIS MONOPLAZA\estructura superior_files\dp0\SYS-3\MECH\
Future Analysis	None
Scratch Solver Files Directory	
Save MAPDL db	No
Contact Summary	Program Controlled
Delete Unneeded Files	Yes
Nonlinear Solution	No
Solver Units	Active System
Solver Unit System	nmm

TABLE 14
Model (D4) > Static Structural (D5) > Loads

Model (D4) - Static Structural (D5) - Loads		
Object Name	Pressure	Fixed Support
State	Fully Defined	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	62 Faces	10 Faces
Definition		
Type	Pressure	Fixed Support
Define By	Components	
Coordinate System	Global Coordinate System	
X Component	0, MPa (ramped)	
Y Component	0, MPa (ramped)	
Z Component	-5,8e-003 MPa (ramped)	
Suppressed	No	

FIGURE 1
Model (D4) > Static Structural (D5) > Pressure



Solution (D6)

TABLE 15
Model (D4) > Static Structural (D5) > Solution

Object Name	<i>Solution (D6)</i>
State	Solved
Adaptive Mesh Refinement	
Max Refinement Loops	1,
Refinement Depth	2,
Information	
Status	Done
MAPDL Elapsed Time	5, s
MAPDL Memory Used	319, MB
MAPDL Result File Size	7,5 MB
Post Processing	
Beam Section Results	No
On Demand Stress/Strain	No

TABLE 16
Model (D4) > Static Structural (D5) > Solution (D6) > Solution Information

Object Name	<i>Solution Information</i>
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Identify Element Violations	0
Update Interval	2,5 s
Display Points	All
FE Connection Visibility	
Activate Visibility	Yes
Display	All FE Connectors

Draw Connections Attached To	All Nodes
Line Color	Connection Type
Visible on Results	No
Line Thickness	Single
Display Type	Lines

TABLE 17
Model (D4) > Static Structural (D5) > Solution (D6) > Results

Object Name	Equivalent Stress	Total Deformation
State	Solved	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	All Bodies	
Definition		
Type	Equivalent (von-Mises) Stress	Total Deformation
By	Time	
Display Time	Last	
Calculate Time History	Yes	
Identifier		
Suppressed	No	
Integration Point Results		
Display Option	Averaged	
Average Across Bodies	No	
Results		
Minimum	1,385e-002 MPa	0, mm
Maximum	13,918 MPa	8,8164e-002 mm
Average	1,3053 MPa	4,1192e-002 mm
Minimum Occurs On	Solid	
Maximum Occurs On	Solid	
Information		
Time	1, s	
Load Step	1	
Substep	1	
Iteration Number	1	

FIGURE 2
Model (D4) > Static Structural (D5) > Solution (D6) > Equivalent Stress

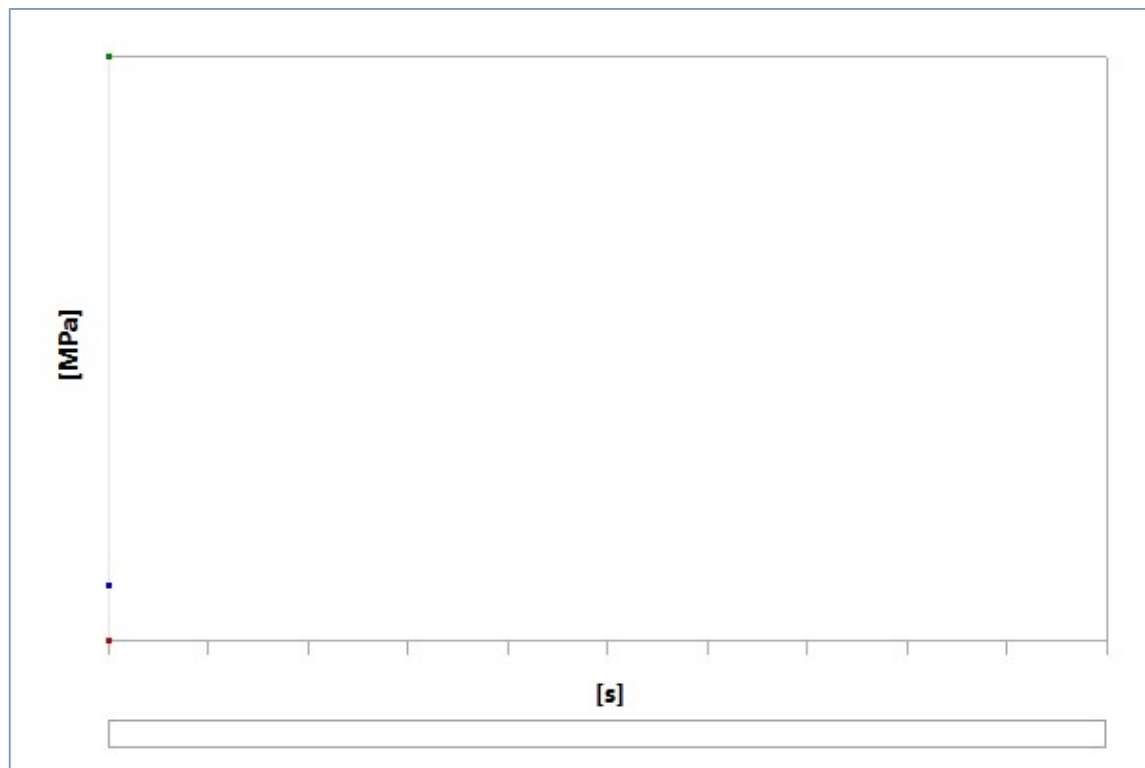


TABLE 18
Model (D4) > Static Structural (D5) > Solution (D6) > Equivalent Stress

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]	Average [MPa]
1,	1,385e-002	13,918	1,3053

FIGURE 3
Model (D4) > Static Structural (D5) > Solution (D6) > Total Deformation

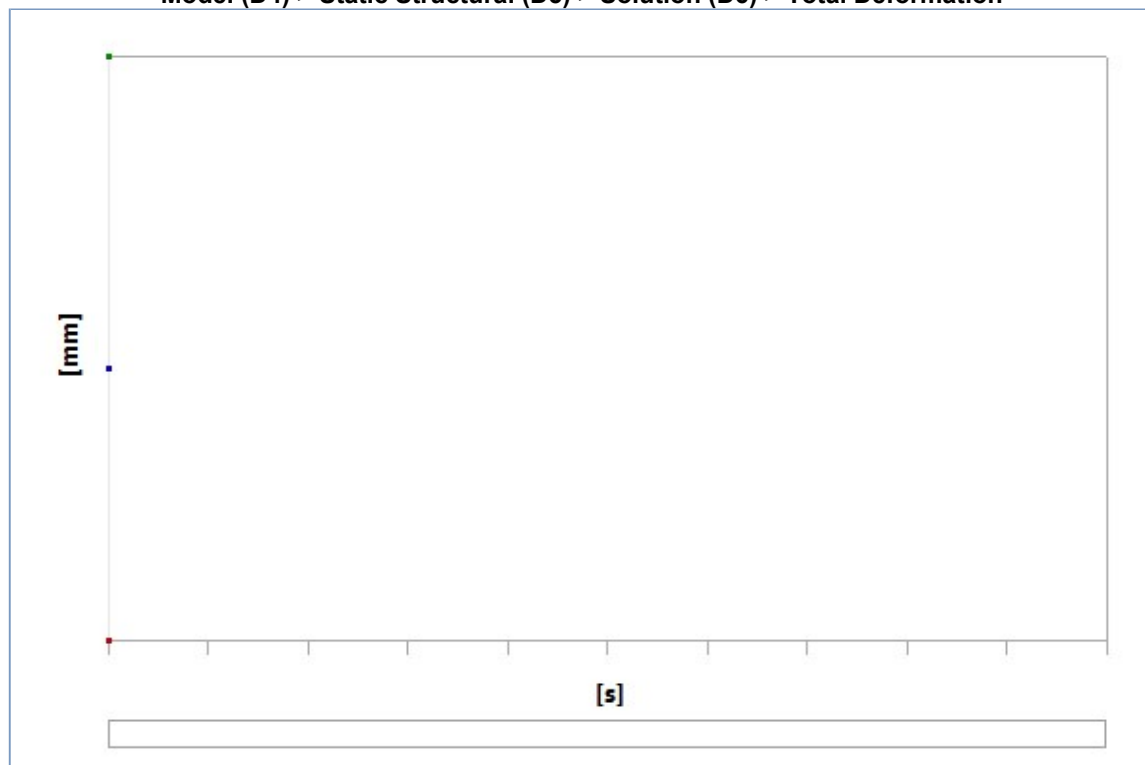


TABLE 19
Model (D4) > Static Structural (D5) > Solution (D6) > Total Deformation

Time [s]	Minimum [mm]	Maximum [mm]	Average [mm]
1,	0,	8,8164e-002	4,1192e-002

Material Data

Structural Steel

TABLE 20
Structural Steel > Constants

Density	7,85e-006 kg mm ⁻³
Coefficient of Thermal Expansion	1,2e-005 C ⁻¹
Specific Heat	4,34e+005 mJ kg ⁻¹ C ⁻¹
Thermal Conductivity	6,05e-002 W mm ⁻¹ C ⁻¹
Resistivity	1,7e-004 ohm mm

TABLE 21
Structural Steel > Color

Red	Green	Blue
132,	139,	179,

TABLE 22
Structural Steel > Compressive Ultimate Strength

Compressive Ultimate Strength MPa
0,

TABLE 23
Structural Steel > Compressive Yield Strength

Compressive Yield Strength MPa
250,

TABLE 24
Structural Steel > Tensile Yield Strength

Tensile Yield Strength MPa
250,

TABLE 25
Structural Steel > Tensile Ultimate Strength

Tensile Ultimate Strength MPa
460,

TABLE 26
Structural Steel > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Zero-Thermal-Strain Reference Temperature C
22,

TABLE 27
Structural Steel > Alternating Stress Mean Stress

Alternating Stress MPa	Cycles	Mean Stress MPa
3999,	10,	0,
2827,	20,	0,
1896,	50,	0,
1413,	100,	0,
1069,	200,	0,
441,	2000,	0,

262,	10000	0,
214,	20000	0,
138,	1,e+005	0,
114,	2,e+005	0,
86,2	1,e+006	0,

TABLE 28
Structural Steel > Strain-Life Parameters

Strength Coefficient MPa	Strength Exponent	Ductility Coefficient	Ductility Exponent	Cyclic Strength Coefficient MPa	Cyclic Strain Hardening Exponent
920,	-0,106	0,213	-0,47	1000,	0,2

TABLE 29
Structural Steel > Isotropic Elasticity

Temperature C	Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa
	2,e+005	0,3	1,6667e+005	76923

TABLE 30
Structural Steel > Isotropic Relative Permeability

Relative Permeability
10000



Partes y

Refacciones para Vehículos

Eléctricos

INICIO

QUIÉNES SOMOS

INFORMACIÓN

NOTICIAS

NUESTRAS MARCAS

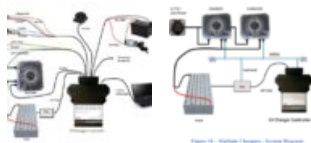
SOPORTE

CONTACTO

[Inicio](#) / [Cargadores de](#)

[Baterías](#) / [Thunderstruck](#) / Cargador de Batería

Programable TSM2500 (Solo Cargador) de 18 a 420Vdc,
3.0Kw, Entrada Universal, con puerto CAN Bus



Cargador de Batería Programable TSM2500 (Solo Cargador) de 18 a 420Vdc,

3.0Kw, Entrada Universal, con puerto CAN Bus

\$600.30

* Precios: En dólares
USA.

Cargador de batería de
salida configurable
– Funciona con entradas
de 110Vac y 220Vac.
– Amplio rango de voltaje
configurable.
– Interface CAN-Bus para
comunicación con otros
dispositivos.

Contáctenos para más
información al correo:
contacto@energyev.com

SKU: CARBAT011

Categorías: [Cargadores de Baterías,](#)
[Thunderstruck](#)

Descripción

Descripción del producto

El cargador TSM2500 de Thunderstruck Motors® ofrece al usuario varias configuraciones de parámetros de carga a fin de adaptarse las necesidades de su banco de baterías.

El cargador puede ser configurado por puerto CAN bus, por medio de un Controlador de Carga (EVCC). **[No incluido]**

Cargador TSM2500

Características generales

- Funciona con entradas de 110V y 220Vac 50/60Hz
- Rango de voltaje de entrada: 85~265VAC
- Factor de potencia: $\geq 0.99^*$
- Corriente Armónica Total (Distorsión Armónica Total): $\leq 5\%^*$
- Voltaje de salida nominal: Varios modelos a elegir, desde 18V hasta los 420Vdc
- Voltaje de salida máximo: Ver tabla de modelos.
- Corriente de salida nominal: Ver tabla de modelos.
- Precisión de regulador de voltaje: $\leq 0.5\%$
- Precisión de regulador de corriente: $\leq 2\%$
- Eficiencia de conversión: $\geq 95\%^*$
- Ruido audible: $\leq 40\text{dB}$
- Temperatura de operación: $-25\sim 55^{\circ}\text{C}$
- Temperatura de almacenaje: $-40\sim 80^{\circ}\text{C}$
- Resistente al agua (Estándar IP66)

* con una entrada de 220VAC y salida a potencia máxima

Medidas: 27.94 cm x 22.86 cm (11 x 9 pulgadas)

Peso: 4.98 kg (11 libras).

Tabla de Configuraciones

**TABLA DE CONFIGURACIONES
CARGADOR TSM2500**

Voltaje de Entrada	Voltaje de Salida	Corriente de Salida (Máxima)
24V		
220Vac	8-20V 20-35V	25A 40A
110Vac	8-20V 20-35V	25A 40A (Máx 1KW)
48V		
220Vac	18-40V 40-60V	25A 35A
110Vac	18-60V	25A (Máx 1.5KW)
72V		
220Vac	36-50V 50-65V 65-100V	20A 25A 30A
110Vac	36-50V 50-100V	20A 25A (Máx 1.5KW)
96V		
220Vac	48-80V 80-85V 85-130V	12.5A 20A 25A (Máx 3KW)
110Vac	48-130V	12.5A (Máx 1.5KW)
144V		
220Vac	72-120V 120-180V	13A 20A (Máx 3KW)
110Vac	72-180V	13A (Máx 1.5KW)

Documentos de Soporte

Cargador TSM2500 | Manual de Usuario

Relacionado

Doble Cargador de Batería Programable TSM2500 y Controlador de Carga EVCC, de 18 a 420Vdc, 6KW, Entrada Universal 18/04/2017 Entrada similar	Cargador de Batería Programable TSM2500 y Controlador de Carga EVCC, de 18 a 420Vdc, 3.0KW, Entrada Universal 18/04/2017 Entrada similar	Cargador de Batería TSM2500 de 48V (Sin puerto CAN) 18/04/2017 Entrada similar
---	---	---

Productos relacionados



Controlador de
Cargador CAN



Cargador de
Batería



Doble
Cargador de

Bus EVCC	Programable	Batería
\$400.20	TSM2500 y	Programable
	Controlador de	TSM2500 y
	Carga EVCC,	Controlador de
	de 18 a	Carga EVCC,
	420Vdc,	de 18 a
	3.0KW,	420Vdc, 6KW,
	Entrada	Entrada
	Universal	Universal
	\$1,000.50–	\$1,536.77–
	\$1,173.39	\$1,808.90



Cargador de
Batería 96V –
10A, Entrada
Universal
900Watts

\$686.34

Categorías

Accesorios (7)

Baterías (5)

Cargadores de Baterías (8)

Thunderstruc
(5)

Conectores, Terminales y Cubiertas (7)

Contactores/Rele (4)

Control Velocidad (4)

Controladores AC (5)

Controladores DC (31)

Convertidores DC-DC (3)

EVSE Estación de Recarga (1)

Fusibles (7)

Instrumentación (4)

Kits de Motores AC (8)

Motores (9)

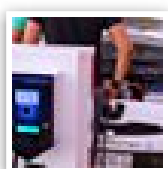
Programadores
(2)

Sensor de
Corriente (1)

Sistema de
Administración
de Energía (13)

Sistemas de
Administración
de Energía
ORION BMS (0)

Varios Articulos
(7)



Energ
1295

Me gusta es

www.energyev.com

Sé el primero de
indicar que te g



Desarrollado por
WNegocios.com

© 2018 Partes y Refacciones para
Vehículos Eléctricos





Partes y

Refacciones para Vehículos

Eléctricos

INICIO

QUIÉNES SOMOS

INFORMACIÓN

NOTICIAS

NUESTRAS MARCAS

SOPORTE

CONTACTO

[Inicio](#) / [Control Velocidad](#) / Control de Velocidad tipo
PEDAL Original del Toyota Prius



Control de Velocidad tipo PEDAL Original del Toyota Prius

\$198.43

Precios en dólares USA.

- Control de Velocidad
OEM de Toyota Prius
- Salida de 0-5Volts

SKU: CONVEL005

Categoría: [Control
Velocidad](#)

Descripción

Descripción del producto

Este es un control de velocidad tipo PEDAL como cualquier automóvil convencional, usado en el conocido automóvil híbrido Toyota Prius.

Tiene una salida de 0 a 5 volts proporcional a la corrida del pedal, hecho de material durable y con muchos ciclos de operación.

Ideal para vehículos de nueva creación, donde no se tiene pedal original. Con esta solución se tiene completo el sistema de aceleración y solo es necesario montarlo adecuadamente a la altura deseada del pie del conductor.

[prius_pedal](#)

Relacionado

Control de
Velocidad
Curtis mod.
PB-8
07/05/2014
Con 1
comentario

Medidor de
Panel LCD
10/08/2014
Entrada
similar

Indicador de
Estado de
Carga con
Interruptor
Automático de
Desconexión
07/05/2014
Entrada
similar

Productos relacionados



Control de
velocidad de
medio giro,
tipo
Motocicleta
\$69.48



Control de
Velocidad
Curtis mod.
PB-8
\$132.12



Control de
Velocidad con
Dedo Pulgar
\$70.04

Categorías

Accesorios (7)

Baterías (5)

Cargadores de
Baterías (8)

Conectores,
Terminales y
Cubiertas (7)

Contactores/Rele
(4)

Control
Velocidad (4)

Controladores
AC (5)

Controladores
DC (31)

Convertidores
DC-DC (3)

EVSE Estación
de Recarga (1)

Fusibles (7)

Instrumentación
(4)

Kits de Motores
AC (8)

Motores (9)

Programadores

(2)

Sensor de

Corriente (1)

Sistema de

Administración

de Energía (13)

Sistemas de

Administración

de Energía

ORION BMS (0)

Varios Articulos

(7)

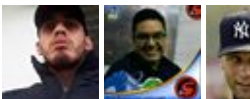


Ene
1295

Me gusta es

www.energyev.com

Sé el primero de
indicar que te g



Desarrollado por

WNegocios.com

© 2018 Partes y Refacciones para
Vehículos Eléctricos





Partes y

Refacciones para Vehículos

Eléctricos

INICIO

QUIÉNES SOMOS

INFORMACIÓN

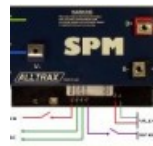
NOTICIAS

NUESTRAS MARCAS

SOPORTE

CONTACTO

[Inicio](#) / [Controladores DC](#) / [Alltrax serie SPM](#) / Controlador ALLTRAX mod. SPM-72200, 24-72V 200 Amp, Gabinete 7"



Controlador ALLTRAX mod. SPM- 72200, 24-72V 200 Amp, Gabinete 7"

\$638.65

* Precios: En dólares
USA.

Especificaciones

- Voltaje de operación de 24 a 72VDC
- Programable vía puerto USB
- 150Amp continuos, 200Amps pico

Contáctenos para más información al correo: contacto@energyev.com

SKU: CTRALL065

Categoría: [Alltrax serie SPM](#)

Descripción

Descripción del producto

Diseñados principalmente para manejar principalmente motores de corriente directa del tipo 'Series Wound' pero también motores de imán permanente.

Características generales de la línea SPM:

- Límite de operación a bajo voltaje ajustable de 16-30Vdc.

- Límite de operación de alto voltaje ajustable:
 - 30-60Vdc para las versiones a 48V. (60Vdc Máximo)
 - 60-90Vdc para las versiones a 72V. (90Vdc Máximo)
- Frecuencia de operación: 18Khz
- Caída de tensión @100amps: < 0.18V
- Señales de control para: llave de encendido, Acelerador y señal de reversa
- Corriente de operación en descanso: Menor a 35mA
- Entrada para acelerador:
 - Tipo Inductivo
 - Resistivo de 0-5K ohm (+/-10%)(2 o 3 hilos)
 - Resistivo de 5K-0 ohm (+/-10%)
 - Digital de 0-5Volt
- Temperatura de operación: -25°C a 85°C, auto apagado a 95°C
- Ajustes del controlador vía software, Puerto USB:
 - Rampa y patrón de aceleración/desaceleración
 - Corriente límite del estator/armadura

- Corriente límite para el freno eléctrico
- Disparos de voltaje de operación alto y bajo
- Modo reversa a velocidad media
- Deshabilitado de acelerador
- Freno eléctrico

Otras características:

- Terminales codificados por color
- CPU Alto rendimiento de 32 bits
- Abanico para enfriamiento
- Terminal estándar 4-tipo espada y opcional de 5 pines EZ-Go conectores
- Programación via USB
- Montajes del disipador de calor integrados
- Control de Salida solenoide para "Control del Contactor Principal DC"
- Calibración automática del acelerador para un funcionamiento suave

MODELO:	72200	72300	72400	72500	72650
Voltaje	24-72V				
MAX PICO *	200/225	300/350	400/460	500/575	650/740
por 2 Min	200A	300A	400A (1.5min)	500A	650A
Por 5 Min	175A	250A	300A	420A	500A
Continuos	150A	220A	270A	380A	450A

* El numero mas grande representa el modo de "Amperaje Máximo" se puede activar mediante el kit de software de Alltrax, viene con función deshabilitada y son usadas para aplicaciones de autos de carreras.

Ejemplo de codigo del modelo SPM72300:

SPM = Series para motores de iman permanente

Dos primeros numeros 72XXX representan el voltaje maximo de operacion = 72V

Ultimos 3 numeros XX300 representan el Amperaje = 300A

Documentos de Soporte:

[SPB – Conexion Series Wound con Reversa](#)

[SPM – Conexion Iman Permanente con Reversa](#)

[SPM – Conexion Iman Permanente sin Reversa](#)

[SPM – Conexion Series Wound con Reversa con Freno](#)

[SPM – Conexion Series Wound sin Reversa](#)

SPM – Conexiones con Control de Velocidad (Throttle)

SPM – SPB Manual de Operacion



Relacionado

Controlador ALLTRAX mod. SR-72500 Series, 12-72V, 500A 01/04/2017 Entrada similar	Controlador ALLTRAX mod. SR-72300 Series, 12-72V, 300A 01/04/2017 Entrada similar	Controlador ALLTRAX mod. SR-72400 Series, 12-72V, 400A 01/04/2017 Entrada similar
---	---	---

Productos relacionados



Controlador
ALLTRAX mod.
SPM-72300,
24-72V 300
Amp, Gabinete
9"

\$700.35



Controlador
ALLTRAX mod.
SPM-48400,
24-48V 400
Amp, Gabinete
9"

\$633.65



Controlador
ALLTRAX mod.
SPM-48300,
24-48V 300
Amp, Gabinete
7"

\$555.28



Controlador
ALLTRAX mod.
SPM-48500,
24-48V 500
Amp, Gabinete
10"

\$792.06

Categorías

Accesorios (7)

Baterías (5)

Cargadores de
Baterías (8)

Conectores,
Terminales y
Cubiertas (7)

Contactores/Rele
(4)

Control
Velocidad (4)

Controladores
AC (5)

Controladores
DC (31)

Accesorios
Controladores
(0)

Alltrax serie
AXE (10)

Alltrax serie
SPM (10)

Alltrax Serie

SR (7)

Alltrax Serie

XCT (3)

Curtis (1)

EPC (0)

Convertidores

DC-DC (3)

EVSE Estación

de Recarga (1)

Fusibles (7)

Instrumentación

(4)

Kits de Motores

AC (8)

Motores (9)

Programadores

(2)

Sensor de

Corriente (1)

Sistema de

Administración

de Energía (13)

Sistemas de
Administración
de Energía
ORION BMS (0)

Varios Articulos
(7)



Ene
1295

Me gusta es

www.energyev.com

Sé el primero de
indicar que te g



Desarrollado por
WNegocios.com

© 2018 Partes y Refacciones para
Vehículos Eléctricos





Partes y

Refacciones para Vehículos

Eléctricos

INICIO

QUIÉNES SOMOS

INFORMACIÓN

NOTICIAS

NUESTRAS MARCAS

SOPORTE

CONTACTO

[Inicio](#) / [Cargadores de Baterías](#) / [Thunderstruck](#) / Controlador de Cargador CAN Bus EVCC



Controlador de Cargador CAN Bus EVCC

\$400.20

* Precios: En dólares USA.

Controlador de Carga (EVCC)

– Interface CAN-Bus para comunicación con otros dispositivos.

- Integración con sistema de administración de energía (BMS).
- Programable por el Usuario.
- Funciona con cargadores TSM2500, 1500, ElCon y Lear, así como sistemas BMS de la marca ORION-EWERT.

Contáctenos para más información al correo: contacto@energyev.com

SKU: CARBAT012

Categorías: [Cargadores de Baterías](#), [Thunderstruck](#)

Descripción

Descripción del producto

Controlador de carga de la marca Thunderstruck Motors® vía puerto CAN Bus, permite al usuario configurar los parámetros de su cargador a fin de adaptarse las necesidades de su banco de baterías.

Este Controlador funciona con cargadores TSM2500, 1500, ElCon y Lear.

Características generales

- Control de hasta 4 cargadores de batería mediante puerto CAN bus
- Funcionalidad con el estándar de conexión J1772, que define la conexión física y los protocolos utilizados para comunicar la estaciones de recarga públicas, industriales así como domésticas Nivel 2 y el vehículo eléctrico.
- Interface de comunicación para sistemas BMS (Sistema de Gestión de Batería)
- Soporta hasta cuatro cargadores conectados en paralelo, para una carga a mayor velocidad
- Configurable vía puerto USB.
- Compatible con las siguientes plataformas:
 - Windows® (a partir de versión XP)
 - Mac OS® (a partir de la versión 10.7)
 - Android® (a partir de la versión 3.2)
- Parámetros de carga configurables:

- Voltaje máximo.
- Corriente máxima.
- Tiempo total de carga.
- Corriente de finalización/equalización.
- Tipo de batería: Litio, Plomo-Ácido, Nickel Metal y otras.
- Hasta 4 diferentes perfiles con parámetros diferentes de carga.
- Genera un historial de carga (últimos 16 ciclos) con la siguiente información:
 - Razón por la que la carga se detuvo.
 - Tiempo total de carga.
 - Voltaje máximo
 - Corriente máxima
 - Corriente final
 - Watts-hora entregados

Medidas: 11.55 cm x 13.03 cm x 4.24 cm
(4.55 x 5.13 x 1.67 pulgadas)

Documentos de Soporte

Controlador de Carga EVCC | Manual de Usuario

Relacionado

Doble
Cargador de
Batería
Programable
TSM2500 y
Controlador
de Carga
EVCC, de 18 a
420Vdc, 6KW,
Entrada
Universal
18/04/2017
Entrada
similar

Cargador de
Batería
Programable
TSM2500 y
Controlador
de Carga
EVCC, de 18 a
420Vdc,
3.0KW,
Entrada
Universal
18/04/2017
Entrada
similar

Cargador de
Batería
Programable
TSM2500 (Solo
Cargador) de
18 a 420Vdc,
3.0Kw,
Entrada
Universal, con
puerto CAN
Bus
18/04/2017
Entrada
similar

Productos relacionados



Cargador de
Batería



Doble
Cargador de



Cargador de
Batería

Programable TSM2500 y Controlador de Carga EVCC, de 18 a 420Vdc, 3.0KW, Entrada Universal	Batería Programable TSM2500 y Controlador de Carga EVCC, de 18 a 420Vdc, 6KW, Entrada Universal	Programable TSM2500 (Solo Cargador) de 18 a 420Vdc, 3.0Kw, Entrada Universal, con puerto CAN Bus
\$1,000.50– \$1,173.39	\$1,536.77– \$1,808.90	\$600.30



Cargador de
Batería
TSM2500 de
48V (Sin
puerto CAN)
\$560.28

Categorías

Accesorios (7)

Baterías (5)

Cargadores de
Baterías (8)

Thunderstruc
(5)

Conectores,
Terminales y
Cubiertas (7)

Contactores/Rele
(4)

Control
Velocidad (4)

Controladores
AC (5)

Controladores
DC (31)

Convertidores
DC-DC (3)

EVSE Estación
de Recarga (1)

Fusibles (7)

Instrumentación
(4)

Kits de Motores
AC (8)

Motores (9)

Programadores
(2)

Sensor de
Corriente (1)

Sistema de
Administración
de Energía (13)

Sistemas de
Administración
de Energía
ORION BMS (0)

Varios Articulos
(7)

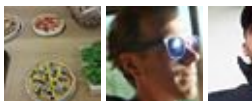


Energ
1295

Me gusta es

www.energyev.com

Sé el primero de
indicar que te g



Desarrollado por
WNegocios.com

© 2018 Partes y Refacciones para
Vehículos Eléctricos





Partes y

Refacciones para Vehículos

Eléctricos

INICIO

QUIÉNES SOMOS

INFORMACIÓN

NOTICIAS

NUESTRAS MARCAS

SOPORTE

CONTACTO

[Inicio](#) / [Convertidores DC-DC](#) / Convertidor DC a DC para batería de 12V del Auto Green Galaxy 96-144V



Convertidor DC a DC para batería de 12V del Auto Green Galaxy 96- 144V

\$226.56

Precios en dólares USA.

Este convertidor sirve para recargar la batería de accesorios de cualquier automóvil, Opera desde en sistemas desde de 96 a 144 Voltios DC y entrega a su salida un voltaje de 13.8V y hasta 30 Amperes continuos, 50A max.

SKU: CONVER003

Categoría: [Convertidores DC-DC](#)

Descripción

Descripción del producto

Hemos añadido este nuevo producto a nuestra tienda, este convertidor DC-DC obtiene energía del banco principal de baterías que puede ser desde los 96V hasta los 144V y de manera 'aislada' entrega una potente salida de 13.8 Voltios y 30 amperes continuos y hasta 50 amperes de manera momentánea.

Este convertidor utiliza la tecnología de fuentes de poder conmutadas a alta frecuencia, opera de manera silenciosa y altamente eficiente, viene en un empaque de grado IP65 el cual le permite ser montado en el compartimiento del motor y soportar salpicaduras de agua.

Características:

Corte automático de bajo voltaje a los 80V.

Efficiencia Máxima: $\geq 88\%$

Clasificación de empaquetado: IP65

Temperatura de operación: $20^{\circ}\text{C}-+60^{\circ}\text{C}$

Salida de Voltaje: $13.8\text{V}\pm 0.2\text{V}$
@0A, >12V @50A

Apagado en bajo voltaje $\sim 80\text{V}$

Resistente a vibración y agua: El dispositivo se encuentra sellado herméticamente con Silica glue y esto le brinda protección contra ingreso de agua, polvo y previene la vibración.

Interrupción de encendido electrónico: El convertidor puede ser controlador por medio de un switch como la llave de encendido u otro medio de baja señal, evitando el uso de relevadores o contactores de alta corriente.

Protección contra sobrecalentamiento:

Automáticamente reduce la salida de corriente al incrementarse la temperatura por encima de los 65°C sin que deje de operar, asegurando entrega de energía en todo momento.

Protección contra corto circuito:

Automáticamente se apaga al detectar un corto circuito, se reinicia con pequeños pulsos de corriente y al desaparecer el corto.

Protección por bajo voltaje: Se apaga cuando el voltaje de entrada llega a los 80Vdc lo cual evita que la batería se descargue por completo.

Notas:

(1) Asegúrese de no conectar los cables de forma invertida en la entrada tanto como en

la salida, ya que el dispositivo se dañará permanentemente!

(2) No lo abra, dañará el sello especial de silicón y tendrá riesgo de una descarga eléctrica!

Relacionado

Convertidor
DC a DC para
batería de 12V
del Auto

06/05/2014

Entrada
similar

Indicador de
Estado de
Carga con
Interruptor
Automático de
Desconexión

07/05/2014

Entrada
similar

Monitor de
Batería
Programable
BMV-700HS

(Alto Voltaje),
de 60 a

385Vdc

30/05/2017

Entrada
similar

Productos relacionados



Convertidor
DC a DC para



Convertidor
DC a DC para

batería de 12V	bateria de 12V
del Auto Green	del Auto
Galaxy 48V	\$416.88
\$226.56	

Categorías

Accesorios (7)

Baterías (5)

Cargadores de
Baterías (8)

Conectores,
Terminales y
Cubiertas (7)

Contactores/Rele
(4)

Control
Velocidad (4)

Controladores
AC (5)

Controladores
DC (31)

Convertidores
DC-DC (3)

EVSE Estación
de Recarga (1)

Fusibles (7)

Instrumentación
(4)

Kits de Motores
AC (8)

Motores (9)

Programadores
(2)

Sensor de
Corriente (1)

Sistema de
Administración
de Energía (13)

Sistemas de
Administración
de Energía
ORION BMS (0)

Varios Artículos
(7)



Energy
1295

Me gusta es

www.energyev.com

Sé el primero de
indicar que te g



Desarrollado por
WNegocios.com

© 2018 Partes y Refacciones para
Vehículos Eléctricos





Partes y

Refacciones para Vehículos

Eléctricos

INICIO

QUIÉNES SOMOS

INFORMACIÓN

NOTICIAS

NUESTRAS MARCAS

SOPORTE

CONTACTO

[Inicio](#) / [Motores](#) / [Motores DC de iman](#)

[permanente](#) / Motor DC de imán permanente ME1003,
23Kw, 400Amps, 96V Motenergy



Motor DC de imán permanente ME1003, 23Kw, 400Amps, 96V Motenergy

\$710.36

Precios en dólares USA.

Características:

- Potencia 16.8Kw nominales, 23Kw pico.
- Voltaje de operación: 12 a 96Vdc
- Hasta 5000RPM max.
- Dimensiones: Diámetro 8", longitud 7.42" (sin incluir flecha)
- Flecha: 7/8" x 1-5/8" con cuña de 3/16"
- Peso: 17 Kgs aprox.

SKU: MOTEDCP05

Categoría: [Motores DC de imán permanente](#)

Descripción

Descripción del producto

Motores de imán permanente marca
MOTENERGY

Este motor de imán permanente en estator es de la serie PM de Motenergy de alta eficiencia y de relativamente poco peso para su capacidad. Es capaz de producir hasta 16,800 watts de potencia de forma continua y hasta 23,000 watts pico durante 1 minuto.

Opera en un rango de 12 a 96Volts y soporta hasta 200amps de forma continua y hasta 400amps pico. Y puede alcanzar las 5000RPMs en su máxima capacidad.

Este motor es ideal para aplicaciones en vehículos pequeños.

MOTORES DC	V	Amps Nominales	Amps Max *	Por *	KW Nominales	KW Maximos *	RPM	Peso Aprox. Kg.
ME0909	12-48V	100	300	30secs	4.2	10.8	5000max	10
ME0708	12-72V	100	300	1min	6.3	16.2	5000max	12
ME0709	24-96V	100	300	1min	8.4	21.6	5000max	16
ME1004	24-72V	200	400	30secs	12.5	21.6	5000max	14
ME1003	12-96V	200	400	30secs	16.8	23	5000max	17
ME1008	12-96V	100	300	1min	8.4	21.6	5000max	17
ME1007	24-72V	100	300	1min	6.3	16.2	5000max	12
ME1002	48-144V	200	550	2min	26 (35HP)	63(85HP)	6000max	86

* Estas mediciones son al maximo voltaje soportado

Relacionado

[Motor DC de imán permanente](#)

[Motor DC de imán permanente](#)

[Motor DC de iman permanente](#)

ME1004,
21.6Kw,
400Amps, 72V
Motenergy
20/02/2015
Entrada
similar

ME0708,
16.2Kw,
300amp, 48V
Motenergy
12/02/2015
Entrada
similar

ME0909,
10.8Kw,
300amp, 48V
Motenergy
12/02/2015
Entrada
similar

Productos relacionados



Motor DC de
imán
permanente
ME1004,
21.6Kw,
400Amps, 72V
Motenergy

\$633.65



Motor DC de
iman
permanente
ME0909,
10.8Kw,
300amp, 48V
Motenergy

\$458.56



Motor DC de
imán
permanente
ME0709,
21.6Kw,
300amp, 96V
Motenergy

\$625.31



Motor DC de
imán
permanente

ME0708,
16.2Kw,
300amp, 48V
Motenergy
\$575.29

Categorías

Accesorios (7)

Baterías (5)

Cargadores de
Baterías (8)

Conectores,
Terminales y
Cubiertas (7)

Contactores/Rele
(4)

Control
Velocidad (4)

Controladores
AC (5)

Controladores
DC (31)

Convertidores

DC-DC (3)

EVSE Estación
de Recarga (1)

Fusibles (7)

Instrumentación
(4)

Kits de Motores
AC (8)

Motores (9)

Motor Series
Wound (4)

Motores DC
de iman
permanente
(5)

Programadores
(2)

Sensor de
Corriente (1)

Sistema de
Administración
de Energía (13)

Sistemas de
Administración

de Energía

ORION BMS (0)

Varios Artículos

(7)



Ener
1295

Me gusta es

www.energyev.com

Sé el primero de
indicar que te g



Desarrollado por

WNegocios.com

© 2018 Partes y Refacciones para
Vehículos Eléctricos

