

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**DISEÑO DE BASTIDOR PERIMETRAL MULTIPLATAFORMA PARA
PROTOTIPO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS BIPLAZA**

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de INGENIERÍA EN
FABRICACIÓN Y DISEÑO INDUSTRIAL

Alumna:

Gabriela Alejandra Guzmán Villarroel

Profesor Guía:

Sr. Santiago Enrique Geywitz Bernal

AGRADECIMIENTOS

“Con mucho amor, quiero agradecer y dedicar este proyecto de título a mis padres, María Inés e Ismael, ya que sin su amor incondicional y enseñanzas todo hubiera sido un total fracaso. Gracias por inculcarme la importancia de contar con un título universitario y de lo capaz que soy para cumplir con cualquier meta que me proponga. Son lo más importante en mi vida y espero seguir creciendo y hacerlos sentir orgullosos.

Agradezco a mi abuela, María Matea, que sin sus compañía, experiencias y palabras de aliento cada noche me habría desanimado innumerables veces, porque siempre fuiste un gran ejemplo de fortaleza para mí. Que no me falte nunca una sonrisa tuya, vieja hermosa.

Agradezco a mis hermanos, María José, Renata y Mateo, que el verlos cumplir sus metas y crecer bien me daba la motivación necesaria para seguir y ser un ejemplo para ustedes, así como ustedes lo son para mí.

Agradezco a mis sobrinos, Borja y Baltazar, que con sus sonrisas llenaron cada espacio triste que pudo haber dejado este largo camino. Espero que la vida me permita verlos crecer y que sigan siendo personitas maravillosas.

Agradezco a mis amigos incondicionales, María Isabel, Joaquín, Pablo, Nicole, Ámbar y Javiera porque toparme con ustedes en esta etapa de mi vida fue un regalo. Sin su compañía, ayuda, aguante y ánimos probablemente habría renunciado hace mucho tiempo. Espero que las risas, chancheos y copucheos junto a ustedes sean eternos.

Agradezco a mis queridos compañeros, Juan, Jean, Francisca, Javiera, Belén y Jenifer, porque compartir mi vida universitaria junto con ellos me lleno de infinitos recuerdos y amistades maravillosas.

Agradezco a mis profesores, Santiago, Augusto y Marcelo, que con su gran profesionalismo y dedicación en su labor se volvieron en mis modelos a seguir. Espero poder llegar a ser como ustedes el día de mañana.

Agradezco a Paola y Carlos que, si bien nuestros caminos se separaron, fueron muy importantes durante los primeros pasos dentro de esta carrera universitaria. Los tendré eternamente en mi corazón.

Agradezco a mis tíos, Carmen e Igor, que siempre confiaron en mí y en mis capacidades por muy difícil que fuera el camino y siempre tuvieron las palabras correctas en los momentos precisos.

Agradezco a mis mascotas, Io, Ramona, Martina y Vieja, que me acompañaron todas esas noches de develo o de llanto en las que muchas veces las intenciones de seguir no eran suficientes.

Y, por último, pero no menos importante, agradezco a la universidad por entregarme las herramientas necesarias para el día de mañana ser una excelente profesional del calibre que requiere la Universidad Técnica Federico Santa María. Llevaré este título con mucho orgullo.

Fue una etapa maravillosa, con altos y bajos, pero que no la cambiaría por nada del mundo. Gracias a cada una de las personas mencionadas. Si no fuera por ustedes esto sólo habría quedado como un sueño escrito en algún diario. Todo esto es por ustedes.”

RESUMEN

KEYWORDS: ELECTROMOVILIDAD, AUTOMÓVIL, ENERGÍA LIMPIA, CHASIS, BASTIDOR, ADAPTABILIDAD.

La presente tesis está anclado a un proyecto interno de innovación de la Universidad Técnica Federico Santa María, y se asocia con el diseño de un chasis tipo bastidor para vehículos de carácter eléctricos, de movilidad reducida, la cual incorpora componentes que le permiten ser adaptables para cualquier tipo de especificaciones que requiera el usuario.

Este proyecto interno de la universidad tiene como objetivo generar una plataforma de electromovilidad que permita prototipar y ensayar innovaciones técnicas de diferentes áreas, por ejemplo: potencia, carga, mecánica y mecanismos, así como de características morfológicas. Determina los principios generales sobre los cuales es factible establecer soluciones de Diseño y Manufactura para sistemas biplaza de automoción eléctrica de desplazamiento urbano. Pretende generar así una base documental y técnica viable de ser ensayada en el desarrollo de una alternativa de electromovilidad producible a bajo costo y en series cortas; pretende ser una alternativa ante la oferta del incipiente mercado de automóviles eléctricos que está penetrando nuestro país y con el cual la oferta productiva nacional cercana al rubro no puede todavía competir, ya sea en tecnología, diseño y precio. Por lo que se establece una visión que indaga en propuestas factibles de ser manufacturada industrialmente en series acostadas, con un elevado estándar de calidad y diseño diferenciado a un precio competitivo.

El propósito principal del proyecto es realizar un diseño que entregue a los fabricantes una posibilidad de adaptar un bastidor base de manera sencilla y rápida a diferentes morfologías con la ayuda de diversos componentes anexos. Para lograr este objetivo se deben desarrollar tres etapas importantes: Análisis de antecedentes, diseño conceptual, diseño de detalle y estimación de posibles diseños.

El capítulo uno trata de la recopilación de antecedentes generales, donde se muestra un barrido, a grandes rasgos, de información sobre los conceptos relacionados al objetivo de la presente tesis, mencionando así mismo las problemáticas que puede traer consigo el desarrollo de este proyecto.

Para el capítulo dos se profundiza aún más en los temas mencionados en el capítulo anterior, incluyendo también el concepto de los detalles para tener en cuenta para el

desarrollo óptimo del diseño final. En este capítulo se incluye un estado del arte, demostrando unidades que se encuentran dentro del mercado que sirven de referencia ya que son similares al resultado que se quiere lograr a lo largo del proyecto. En este capítulo, así mismo, se habla de las necesidades que se espera cubrir con el producto, y los requerimientos y restricciones que tendrá el mismo, incluyendo así las características principales.

A lo largo del capítulo tres se desarrolla el diseño de detalle, sus respectivas piezas, componentes y materiales relacionados, así como también un ejemplo del resultado final con ayuda de renders y fotomontajes, y su análisis de esfuerzos implicados.

Para finalizar, el capítulo cuatro cuenta con el análisis financiero incremental, para estimar la proyectividad, valor de fabricación, precio de venta y rentabilidad del proyecto.

ÍNDICE

RESUMEN	
SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS	
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES	3
1. ANTECEDENTES	5
1.1. REALIDAD NACIONAL: SOBREPoblACIÓN Y MEDIOAMBIENTE	5
1.2. CONTEXTO DEL PROBLEMA	8
1.3. COMPRENSIÓN DEL MERCADO	10
1.4. ANÁLISIS ESTRATÉGICO	10
1.4.1. Fortalezas	10
1.4.2. Debilidades	11
1.4.3. Oportunidades	11
1.4.4. Amenazas	11
1.4.5. Análisis FODA	12
1.5. DIMENSIÓN TECNOLÓGICA	13
1.6. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DEL PROYECTO	14
1.6.1. Objetivo general	14
1.6.2. Objetivos específicos	14
1.7. CONCLUSIÓN DE ANTECEDENTES	15
CAPÍTULO 2: DISEÑO CONCEPTUAL	17
2. CONCEPTOS BÁSICOS	19
2.1. AUTOMÓVIL	19
2.1.1. Vehículos eléctricos	19
2.1.1.1. Motor eléctrico	20
2.1.1.2. Batería	21
2.2. LAS DOS GRANDES PARTES DE UN AUTOMÓVIL	21
2.2.1. Carrocería	21
2.2.1.1. Tipos de automóvil según su carrocería	22
2.2.1.2. Hatchback	25
2.2.1.3. CityCar	26

2.2.2.	Chasis	27
2.2.2.1.	Tipos de chasis para vehículos pequeños	28
2.3.	CONCLUSIONES DISEÑO CONCEPTUAL	32
2.4.	FACTORES DE SEGURIDAD	32
2.4.1.	Aleaciones de aluminio	33
2.4.2.	Aceros	33
2.4.3.	Restricciones	36
2.4.3.1.	Uniones atornilladas	36
2.5.	DEFINICIÓN DEL MERCADO	38
2.5.1.	Mercado específico	38
2.6.	ANÁLISIS Y DEFINICIÓN FUNCIONAL	39
2.6.1.	Funciones ideales	39
2.7.	DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS	40
2.7.1.	Requerimientos	41
2.7.2.	Restricciones	41
2.8.	DISEÑO CONCEPTUAL PRELIMINAR	41
2.8.1.	Matriz TRIZ	42
2.8.2.	Benchmarking comparativo	44
2.8.3.	Diseño preliminar	46
2.9.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS	47
2.9.1.	Modelo de referencia	47
2.10.	DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIONES FINALES	48
2.10.1.	Especificaciones de medidas	49
2.10.2.	Especificaciones de seguridad	50
2.10.3.	Especificaciones de velocidad	51
CAPÍTULO 3: DISEÑO DE INGENIERÍA		53
3.	DESARROLLO ESTRUCTURAL	55
3.1.	PIEZAS Y COMPONENTES	55
3.1.1.	Perfiles tubulares de aluminio	55
3.1.2.	Soporte de tubos	56
3.1.3.	Guía lineal de cojinete	58
3.1.4.	Perfiles rectangulares de aluminio	60
3.1.5.	Planchas de aluminio	61
3.1.6.	Asientos	63
3.2.	DISEÑO FINAL	63
3.3.	ANÁLISIS DE ESFUERZOS	72

3.3.1.	Cálculo de cargas	72
3.3.2.	Software de análisis	73
3.3.2.1.	Rieles largos con dos carros	74
3.3.2.2.	Riel largo con un carro	76
3.3.2.3.	Riel corto con un carro	78
3.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	79
3.5.	RENDERIZADO FINAL	80
3.5.1.	Fotomontaje	82
 CAPÍTULO 4: ANÁLISIS FINANCIERO		85
4.	PROYECCIÓN	87
4.1.	ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA	87
4.1.1.	Mercado relevante	88
4.1.2.	Cuota de mercado	89
4.2.	CRITERIOS DE CRECIMIENTO	89
4.2.1.	Estructura de costos del producto	90
4.2.1.1.	Costos fijos	90
4.2.1.2.	Costos variables	91
4.2.1.3.	Gastos administrativos	92
4.2.2.	Cálculo de depreciaciones	92
4.2.3.	Inversión inicial	94
4.2.4.	Préstamo	94
4.3.	CRITERIO DE FIJACIÓN DE PRECIO	95
4.3.1.	Relación entre costos y margen esperado	96
4.3.2.	Relación al precio del mercado	96
4.4.	PRONÓSTICO DE SUSTENTABILIDAD DEL PROYECTO	97
4.4.1.	Crecimiento del mercado	98
4.4.2.	Proyección del ingreso por venta	98
4.5.	RENTABILIDAD DEL PROYECTO	100
4.5.1.	Cálculo tasa de descuento del proyecto	101
4.5.2.	Impuesto	102
4.5.3.	Flujo de caja	103
4.5.4.	Análisis de los indicadores económicos	106
4.5.4.1	Valor Actual Neto (VAN)	106
4.5.4.2.	Porcentaje de la Tasa Interna de Retorno (TIR)	106
4.6.	ANÁLISIS Y CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO	106

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES	108
BIBLIOGRAFÍA	110
ANEXOS	115
Anexo A: Planos de fabricación	115
Anexo B: Proyecto PI_INN_18_07, Electromovilidad Experimental	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Contaminación del parque automotriz, Santiago de Chile	7
Figura 1-2.	Contaminación atmosférica, Santiago de Chile	7
Figura 2-1.	Automóvil eléctrico Model S, Tesla	20
Figura 2-2.	Carrocería tipo Sedan	22
Figura 2-3.	Carrocería tipo SUV	22
Figura 2-4.	Carrocería tipo convertible	23
Figura 2-5.	Carrocería tipo doble cabina	23
Figura 2-6.	Carrocería tipo furgón	24
Figura 2-7.	Carrocería tipo coupé	24
Figura 2-8.	Carrocería tipo Station Wagon	24
Figura 2-9.	Carrocería tipo Hatchback	25
Figura 2-10.	Automóvil tipo Hatchback, Peugeot 308 GT	25
Figura 2-11.	Automóvil tipo Citycar, Chevrolet Spark GT	26
Figura 2-12.	Auto Smart fortwo cabrio passion 40KW CDI	27
Figura 2-13.	Chasis tipo bastidor	27
Figura 2-14.	Chasis tipo escalera o bitubo	28
Figura 2-15.	Chasis tipo bastidor escalera	29
Figura 2-16.	Chasis tipo multitubular	29
Figura 2-17.	Chasis tipo cercha	30
Figura 2-18.	Chasis tipo monocasco	31
Figura 2-19.	Unión carrocería y bastidor	31
Figura 2-20.	Perforaciones de perfiles	37
Figura 2-21.	Modelado bastidor base	46
Figura 2-22.	Carros ambulancia para estadios	47
Figura 2-23.	Modelo LT-S2.DHB	48
Figura 2-24.	Medidas camilla emergencias 1	49

Figura 2-25.	Medidas camilla emergencias 2	49
Figura 2-26.	Medidas barandas de seguridad de camillas	50
Figura 2-27.	Estadio Nacional Julio Martines Pradanos	51
Figura 3-1.	Perfiles tubulares de aluminio	56
Figura 3-2.	Soporte para tuberías de 40mm	57
Figura 3-3.	Tornillo hexagonal cabeza de botón M10	57
Figura 3-4.	Guía lineal de cojinete	59
Figura 3-5.	Tornillo de cabeza hueca	59
Figura 3-6.	Perfiles rectangulares de aluminio 40x30mm	60
Figura 3-7.	Perfiles cuadrados de aluminio 20x20mm	61
Figura 3-8.	Plancha aluminio diamantado	62
Figura 3-9.	Plancha aluminio liso	62
Figura 3-10.	Asientos ergonómicos carrito ambulancia	63
Figura 3-11.	Chasis perimetral proyecto Electromovilidad Experimental	64
Figura 3-12.	Acercamiento guías lineales en chasis perimetral	64
Figura 3-13.	Acercamiento de carros dispuestos sobre rieles	65
Figura 3-14.	Acercamiento de soportes tubulares sobre rieles	65
Figura 3-15.	Acercamiento de soportes tubulares con pernos	66
Figura 3-16.	Estructura tipo plataforma para soportar camilla y asiento	66
Figura 3-17.	Acercamiento peldaño generado en plataforma	67
Figura 3-18.	Acercamiento aluminio diamantado sobre plataforma	67
Figura 3-19.	Estructura techo	68
Figura 3-20.	Estructura techo completa	68
Figura 3-21.	Acercamiento baranda de seguridad lateral	69
Figura 3-22.	Acercamiento cubre piso	69
Figura 3-23.	Asiento trasero	70
Figura 3-24.	Botiquín primeros auxilios	70
Figura 3-25.	Soporte parabrisas	71
Figura 3-26.	Parabrisas	71
Figura 3-27.	Fijación de rieles	73
Figura 3-28.	Fuerza generada	74
Figura 3-29.	Perspectiva análisis de esfuerzo Von Mises riel 1	74
Figura 3-30.	Vista frontal Von Mises riel 1	75
Figura 3-31.	Perspectiva desplazamiento riel 1	75
Figura 3-32.	Vista frontal desplazamiento riel 1	75
Figura 3-33.	Perspectiva análisis de esfuerzo Von Mises riel 2	76
Figura 3-34.	Vista frontal Von Mises riel 2	76

Figura 3-35.	Perspectiva desplazamiento riel 2	77
Figura 3-36.	Vista frontal desplazamiento riel 2	77
Figura 3-37.	Perspectiva análisis de esfuerzo Von mises riel 3	77
Figura 3-38.	Vista frontal Von Mises riel 3	78
Figura 3-39.	Perspectiva desplazamiento riel 3	78
Figura 3-40.	Vista frontal desplazamiento riel 3	78
Figura 3-41.	Modelado final carro ambulancia	81
Figura 3-42.	Usabilidad piloto carro ambulancia	81
Figura 3-43.	Usabilidad ocupante trasero y lesionado carrito ambulancia	82
Figura 3-44.	Fotomontaje 1 carro ambulancia 1	82
Figura 3-45.	Fotomontaje 2 carro ambulancia 1	83
Figura 3-46.	Fotomontaje 1 carro ambulancia 2	83
Figura 3-47.	Fotomontaje 2 carro ambulancia 2	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1.	Matriz FODA	12
Tabla 2-1.	Propiedades mecánicas del acero	34
Tabla 2-2.	Catálogo SACK	35
Tabla 2-3.	Uniones atornilladas	38
Tabla 2-4.	Funciones y subfunciones ideales	40
Tabla 2-5.	Matriz TRIZ	42
Tabla 2-6.	Principios de inventiva	43
Tabla 2-7.	Benchmarking vehículos eléctricos	45
Tabla 3-1.	Especificaciones tornillo de cabeza botón hexagonal M10	58
Tabla 3-2.	Especificaciones tornillo de cabeza hueca	60
Tabla 3-3.	Resumen de valores máximos de análisis	79
Tabla 4-1.	Datos de recintos deportivos a nivel nacional	88
Tabla 4-2.	Costos fijos	90
Tabla 4-3.	Costos variables	91
Tabla 4-4.	Gastos administrativos	92
Tabla 4-5.	Depreciación de activos del proyecto	93
Tabla 4-6.	Inversión inicial del proyecto	94
Tabla 4-7.	Amortización del préstamo	95

Tabla 4-8.	Precio establecido en base a costos	96
Tabla 4-9.	Precio comparativo del mercado	96
Tabla 4-10.	Impuestos de primera categoría, año 2020	103
Tabla 4-11.	Flujo de caja del proyecto	104
Tabla 4-12.	Resumen flujo de caja	106
Tabla 4-13.	Porcentaje TIR	107

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1.	Tasa de crecimiento de población anual según WPDS	6
Gráfico 1-2.	Mercado potencial	9
Gráfico 4-1.	Unidades producidas anualmente con crecimiento del 4,5%	99
Gráfico 4-2.	Ventas anuales con crecimiento del 4,5%	100

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

A. SIGLAS

CL	:	Peso Chileno
US	:	Dólar
FODA	:	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
VAN	:	Valor Actual Neto
CAMP	:	Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros (Capital Asset Pricing Model)
IDC	:	Corporación Internacional de Datos (International Data Corporation)
NCh	:	Norma Chilena
IPC	:	Índice de Precios al Consumidor
INE	:	Instituto NACIONAL DE Estadísticas de Chile
WPDS	:	Hoja de Datos de Población Mundial (World Population Data Sheet)
MTT	:	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones
MMA	:	Ministerio del Medio Ambiente
MOP	:	Ministerio de Obras Públicas
MINVU	:	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MINEDUC	:	Ministerio de Educación
CORFO	:	Corporación de Fomento de la Producción
V.E.	:	Vehículos Eléctricos
ANAC	:	Asociación Nacional Automotriz de Chile
ACHEE	:	Agencia Chilena de Eficiencia Energética
ONG	:	Organización No Gubernamental
APEC	:	Foro de Cooperación Económica de Asia Pacífico
ONU	:	Organización Naciones Unidas
FIA	:	Federación Internacional del Automóvil
CONAF	:	Corporación Nacional Forestal
TRIZ	:	Teoría para Resolver Problemas de Inventiva (Tieoriya Riesheniya Izobrietatielskij Zadach)
DIN	:	Instituto Alemán para la Normalización (Deutsches Institut für Normung)
MERVAL	:	Metro de Valparaíso

ENEL	:	Ente Nacional por la Energía Eléctrica
CGE	:	Compañía General de Electricidad
VTP	:	Valparaíso Terminal de Pasajeros
PCE	:	Puerto Central San Antonio
SERNATUR	:	Servicio Nacional de Turismo
AISI	:	Instituto Americano del Huerro y el Acero (American Iron and Steel Institute)
SAE	:	Sociedad de Ingenieros Automotores (Society of Automotive Engineers)

B. SIMBOLOGÍAS

\$	:	PESO
mm.	:	Milímetros
u	:	Unidades
gr	:	Gramos
kg	:	Kilógramos
cm.	:	Centímetros
MPa	:	Mega Pascales
m.	:	Metros
M	:	Métricos
Nº	:	Número
%	:	Porcentaje
CO ₂	:	Dióxido de Carbono
kW	:	Kilowatts
V	:	Volts
Km.	:	Kilómetros
h	:	Hora
Mg	:	Magnesio
Si	:	Silicio
Mn	:	Manganeso
Cu	:	Cobre
Al	:	Aluminio

INTRODUCCIÓN

Es de conocimiento general el importante daño ecológicos que se le ha causado al planeta. Estamos viviendo tiempos de reflexión a nivel mundial, donde se están proponiendo y adoptando medidas para mitigar de una u otra forma estos daños. Uno de los problemas que afecta a la atmósfera, y finalmente al aire que todos respiramos, es la contaminación por emisiones de CO₂ y otros contaminantes emitidos por los vehículos en la ciudad. Es bajo esta mirada que se ha comenzado a hablar de electromovilidad, pensando en transitar desde automóviles a combustión, hacia automóviles eléctricos. Esta contaminación de la que hablamos ha ido en gran aumento debido al crecimiento de número de habitantes en las ciudades, lo que conlleva que existan muchos vehículos circulando, los que generan atochamiento de autos contaminantes. Es así como se comienza a hablar de Citycar, o de carros para traslados de tramos cortos, que funcionen sin contaminar, y que reduzcan el volumen de espacio ocupado.

En el transcurso de este trabajo se podrá apreciar una parte de lo que fue el proyecto interno de la Universidad Técnica Federico Santa María, sede José Miguel Carrera, denominado “Electromovilidad Experimental”, en el cual se está llevando a cabo la fabricación de un carro eléctrico, biplaza, que permita un traslado a baja velocidad en tramos urbanos relativamente cortos. Éste puede llevar una carrocería adaptada para transportar un herido en un campo deportivo, como para traslado de trabajadores de seguridad, reparto, entre otras.

A lo largo de esta tesis se desarrollará lo que fue mi labor dentro de este proyecto, que fue el diseño de un chasis tipo bastidor para prototipado, el cual será principalmente utilizado en el desarrollo de una ambulancia tipo camilla para traslados reducidos.

Dicho chasis presentado fue desarrollado dentro del proyecto, al cual se le acoplarán variados accesorios teniendo en cuenta la versatilidad que debe tener para facilitar la prueba de distintas carrocerías.

En función a mis conocimientos obtenidos como Secretaria Ejecutiva de dicho proyecto, la experiencia obtenida como marshal deportivo de intervención en la carrera internacional Formula E por dos años consecutivos, y mi labor de observer dentro de la carrera Solar Atacama del año 2018, puedo dar fe del buen desarrollo de dicho proyecto, y sobre la información manejada dentro de este informe.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1. **ANTECEDENTES**

A continuación, se presentarán los antecedentes necesarios, como las distintas tipologías de vehículos y componentes a analizar para lograr un diseño final y óptimo para el proyecto de chasis versátil, pensando también en los respectivos datos y accesorios necesarios para lograr el objetivo.

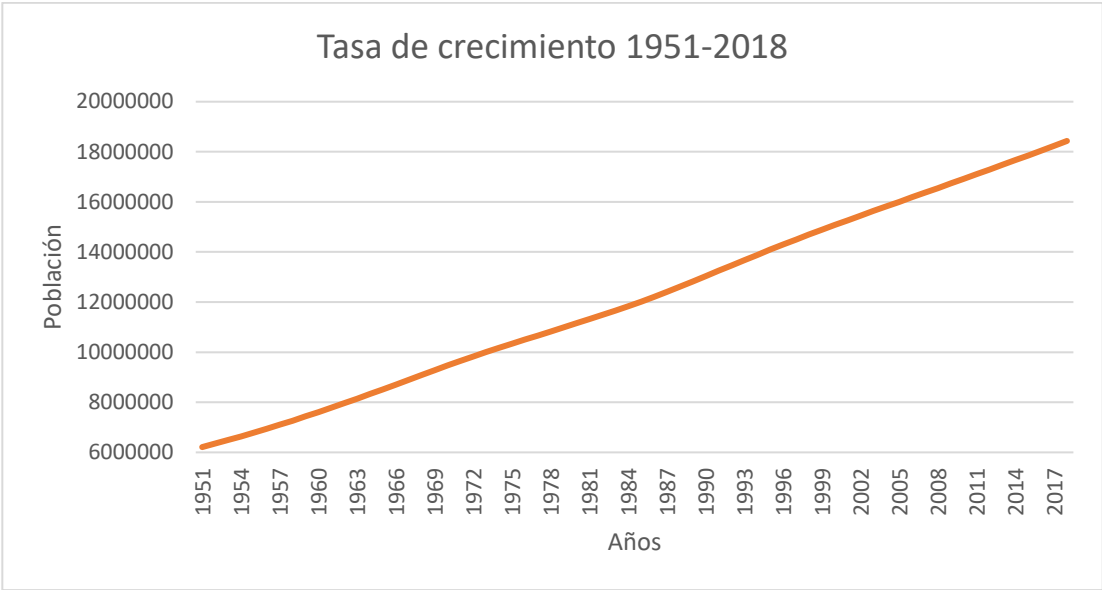
1.1. **REALIDAD NACIONAL: SOBREPoblación Y MEDIOAMBIENTE**

El advenimiento de la urbe genera modelos de asentamientos humanos que independiente del país, tienden a replicarse de modo equivalente por todo el mundo. Las necesidades de la población de proximidad a los centros políticos, económicos y productivos favorecen una sobrepoblación en las grandes ciudades.

La sobrepoblación es un fenómeno que se produce cuando una elevada densidad de población provoca un deterioro del entorno, generando una disminución en la calidad de vida. Generalmente este término se refiere a la relación entre la población humana y el medio ambiente.

Según lo informó un estudio de World Population Data Sheet publicado el año 2016¹, en 2030 se estima que Chile supere los 20 millones de habitantes, estimando también que en el año 2050 vivirán 21,7 millones de personas en el país.

¹ World Population Data Sheet, PRB: <[<https://www.prb.org/2016-world-population-data-sheet/#:~:text=The%20world%20population%20will%20reach,Population%20Reference%20Bureau%20\(PRBS\)>](https://www.prb.org/2016-world-population-data-sheet/#:~:text=The%20world%20population%20will%20reach,Population%20Reference%20Bureau%20(PRBS))>



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1-1. Tasa de crecimiento de población anual según WPDS

La ciudad de Santiago de Chile se encuentra de frente a un gran crecimiento de la población, hecho que generara una fuerte demanda de servicios, hogar y transporte. Una mayor densidad de habitantes trae consigo una menor calidad de vida.

Una de las consecuencias de este aumento de las urbes se ve reflejado en el crecimiento imparable del parque automotriz. Este parque automotriz genera dos grandes inconvenientes, considerados relevantes para la problemática de este proyecto:

- Una alta congestión en las vías, haciendo de éstas un espacio poco fluido, tanto para transitar como para estacionar.
- La contaminación medioambiental que producen sus motores y la emisión de CO₂ y otros contaminantes.



Fuente: <https://www.soychile.cl/Santiago/Sociedad/2019/03/06/584453/Transportes-confirma-que-evalua-tarificacion-vial-para-enfrentar-congestion-de-Santiago.aspx>

Figura 1-1. Contaminación del parque automotriz, Santiago de Chile



Fuente: <http://paisvulnerable.cl/2018/06/13/la-contaminacion-de-santiago-nos-va-a-matar-1813/>

Figura 1-2. Contaminación atmosférica ciudad de Santiago

La contaminación espacial de los centros urbanos por este creciente parque automotor ha generado la propuesta de nuevos diseños para movilidad basados en bajo consumo energético, pequeño tamaño y orientación al transporte de uno o dos usuarios.

Esto nos hace pensar en la oferta de autos aptos para la ciudad, que puedan ser lo menos perjudiciales para la atmósfera, de un diseño pequeño, que ayude a descongestionar las calles y estacionamientos, pero que además resulten ser económicamente atractivos. Otra característica importante para considerar es que, debido a la eventual gran demanda de este tipo de automóvil, éstos sean de una producción más rápida.

Como aporte a la producción de un automóvil con estas características es que nos hemos cuestionado cómo diseñar y fabricar un bastidor perimetral para prototipo de vehículo eléctrico, que pueda ser utilizado para diferentes fines, según la carrocería que se le monte.

Esta plataforma de electromovilidad nos permite prototipar y ensayar innovaciones y técnicas de diferentes áreas, por ejemplo: potencia carga, mecánica y mecanismos, así como de características morfológicas, determinando los principios generales sobre los cuales es factible establecer soluciones de diseño y manufactura para sistema mono o biplaza de automoción eléctrica de desplazamiento urbano. Generando así un base documental y técnica viable de ser ensayada en el desarrollo de una alternativa de electromovilidad producible a bajo costo y en series cortas.

El diseño del bastidor de vehículos pequeños para un usuario que den respuesta a los problemas de movilidad en entornos urbanos representa un problema interesante que se puede abordar, es por esto que pretendemos diseñar y fabricar un chasis bastidor versátil, económico, fácil de fabricar en series acotadas, que contenga las características básicas necesarias de un automóvil eléctrico biplaza, y que pueda adaptarse, con ayuda de su estructura propia y de respectivos accesorios, a distintas tipologías de vehículos según sea la necesidad de la empresa para con el usuario.

1.2. CONTEXTO DEL PROBLEMA

El problema principal se genera como primera instancia en el deseo de desarrollar un auto tipo citycar de carácter eléctrico a nivel de Universidad Técnica Federico Santa María, para el grupo multidisciplinario de electromovilidad experimental de la sede José Miguel Carrera, teniendo en cuenta los datos mencionados en el punto anterior.

La realización de esta solución de chasis no figura como exclusiva para el grupo de electromovilidad de la universidad, por lo que cualquier taller o grupo multidisciplinario puede optar a esta propuesta.

En el siguiente gráfico se presentan los actores que deberán concurrir para que una estrategia de impulso a las tecnologías vehiculares más eficientes tenga éxito en Chile.



Fuente: Ministerios de Energía, Transporte, y Medio Ambiente

Gráfico 1-2. Mercado potencial

El grupo multidisciplinario de electromovilidad de la sede José Miguel Carrera, de la Universidad Técnica Federico Santa María (conformado por alumnos y profesores de distintas carreras de la sede), en el deseo de desarrollar un auto tipo citycar de carácter eléctrico, se dividió en distintos grupos de trabajo según preferencia y habilidades para poder ejecutar dicho proyecto, y así llegar a un buen puerto con respecto a los resultados posibles. Gracias a esto es que se lograron desarrollar dos chasis tipo bastidor para generar así pruebas de componentes y carrocerías y, así mismo, se dejó abierta la posibilidad para seguir innovando en el área de la electromovilidad gracias a distintos componentes adquiridos a lo largo del proyecto.

La realización de esta solución de chasis no figura como exclusiva para el grupo de electromovilidad de la universidad, por lo que cualquier taller o grupo multidisciplinario puede optar a esta propuesta.

1.3. COMPRENSIÓN DEL MERCADO

No se cuenta con una competencia directa dentro del mercado, pero lo más cercano a la realización de un diseño de chasis son las respectivas empresas automotrices, las cuales se encuentran constantemente modificando sus productos para atenuar las necesidades de los usuarios, lo que significa mayor tiempo de espera por la producción de nuevas tipologías de vehículos.

A nivel macro, como oportunidad puede ser totalmente rentable a las grandes marcas de vehículos para disminuir costes de producción y tiempo de espera entre cada lanzamiento de vehículo.

Así mismo, como buena oportunidad de mercado se puede encontrar en los distintos talleres automotrices

1.4. ANÁLISIS ESTRATÉGICO

Para este punto se generará un análisis utilizando alguna metodología según el mercado actual, y cómo se movería nuestro producto dentro del comercio. Se planea buscar la estrategia más acertada para una ventaja sobre la competencia y, de esta manera, potenciarla.

Con el fin de determinar las ventajas y desventajas en el desarrollo de nuestro proyecto, es que se analizaron las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (FODA), que pueden surgir ante la creación de nuestro proyecto.

1.4.1. Fortalezas

A continuación, se mostrarán todas las fortalezas con las que figurará nuestro proyecto al momento de llevarse a mercado. Entendiendo las fortalezas como aquellos atributos que nos permiten generar una ventaja, podemos nombrar los siguientes:

- Manejo software de modelado
- Manejo sobre cálculos de fuerzas que afectan al sistema
- Conocimiento sobre materiales necesarios para la construcción del producto

1.4.2. Debilidades

Considerando que las debilidades constituyen obstáculos para lograr la buena marcha del proyecto podemos mencionar la siguiente:

- Dirigido exclusivamente al área automotriz

1.4.3. Oportunidades

Nos referimos a factores externos positivos que se generan en el entorno, que pueden ser aprovechados durante el desarrollo del proyecto, de las cuales podemos mencionar a continuación:

- Financiamiento por parte del equipo de electromovilidad experimental de la universidad
- Conversatorios interesantes en el taller, con la presencia de diferentes profesores y apoyos docente, no necesariamente relacionados con el proyecto
- Potenciar el mercado y mano de obra chilena

1.4.4. Amenazas

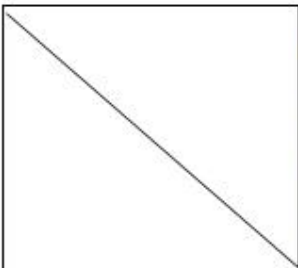
Las amenazas son situaciones negativas externas al proyecto, que pueden ser perjudiciales para su realización:

- Paro y toma de la sede universitaria, lo que mantiene el taller cerrado
- Por normativas del taller, es necesaria la presencia de un supervisor de apoyo docente o, en su defecto, un profesor, lo que no siempre es posible

1.4.5. Análisis FODA

Ya con los datos respectivos para la generación del FODA, se hará el análisis según una tabla, en la cual se relacionarán los cuatro ítems para generar un análisis comparativo.

Tabla 1-1. Matriz FODA

	Fortalezas F1.... F2.... F3....	Debilidades D1.... D2.... D3....
Oportunidades O1.... O2.... O3....	Estrategia FO Usar fortalezas para aprovechar oportunidades	Estrategia DO Mejorar debilidades tomando ventaja de oportunidades
Amenazas A1.... A2.... A3....	Estrategia FA Usar fortalezas para enfrentar amenazas	Estrategia DA Reducir debilidades para evitar amenazas

Fuente: <https://www.marketin.es/analisis-foda-empresas-exitosas/>

Para cualquier proyecto, se considera la vía más útil la de potenciar y sacarle el mayor provecho posible a las Fortalezas y Oportunidades con las que se cuente. Nuestro análisis FODA arroja la siguiente información:

- 1) FO: Corresponde a la estrategia más utilizada, ya que se encarga de mejorar más aún los posibles aspectos positivos y oportunidades que se tengan, sacando provecho de cada una de ellas.
- En nuestro caso, nos sugiere seguir reforzando nuestros conocimientos y capacidades, a través de las constantes consultas bibliográficas y de las consultas a profesores de la Carrera. Por otra parte, nos acogeremos al financiamiento

ofrecido por la Universidad, y se aprovecha la presencia de los docentes en los alrededores en caso del surgimiento de cualquier duda.

- 2) DO: Esta estrategia se genera para reducir o eliminar las debilidades que se tengan dentro del proyecto, de tal manera que se maximice lo que más se puedan las oportunidades con las que se cuentan.

Al contar con un equipo multidisciplinario se requiere de mucha responsabilidad en cuanto a los horarios y participación en cada reunión, ya que los momentos de participación total del equipo es muy escasa por la diferencia horaria.

- 3) FA: Se desarrollan para identificar las vías que necesitamos para reducir los efectos negativos de las amenazas que se presentan en el entorno.

El paro o toma estudiantil es una amenaza que está siempre latente. La universidad en toma nos perjudica, pues implica que el taller permanezca cerrado. Como alternativa de reunión se propone un medio de video llamada en caso de cualquier amenaza al avance del proyecto.

- 4) DA: Estas estrategias son hechas como un plan defensivo contra el entorno.

Como ya mencionamos, el tiempo, los horarios y las tomas universitarias, se han considerado como lo más importante en cuanto a debilidad y amenaza, respectivamente. De ahí que se han considerado en nuestras estrategias, tal como lo indican los dos puntos anteriores (DO y FA)

Para el proyecto, se considera la vía más útil la de potenciar y sacarle el mayor provecho posible a las Fortalezas y Oportunidades con las que se cuenta.

1.5. DIMENSIÓN TECNOLÓGICA

Patrón de diseño del chasis contará con un perfecto equilibrio y un buen cálculo del centro de masa lo que evitará posibles volcamientos al momento utilizarlo luego de hacerle las variaciones deseadas.

Para el desarrollo de este producto Se requiere de conocimientos sobre software de modelado, y manejo sobre cálculo de fuerzas que afectan al sistema. Así mismo se debe tener conocimiento sobre los distintos materiales necesarios para la construcción de producto.

Si bien es un trabajo de diseño, se requiere tener todos los conocimientos necesarios para la fabricación del chasis, ya que se necesitan todos los datos pertinentes

para la creación del chasis, así evitar las diversas fallas que pueden producirse al momento de la fabricación o del uso posterior.

Para la realización de este proyecto se necesita de un conocimiento básico sobre todos los elementos y accesorios que influirán en la producción final del diseño del bastidor.

1.6. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DEL PROYECTO

Para el desarrollo de este proyecto, se han propuesto el siguiente objetivo general y sus respectivos objetivos específicos, que se detallan a continuación:

1.6.1. Objetivo general

En el marco del proyecto de electro movilidad experimental “PI INN 18_07” de la Universidad Técnica Federico Santa María, se realizará el diseño de una unidad móvil de apoyo deportivo-medico a partir de bastidor estructural que permite funcionamiento mediante tecnologías de electro movilidad, considerando que debe ser versátil y fácil de fabricar en series acotadas, y que pueda adaptarse, con ayuda de su estructura propia y de respectivos accesorios, a distintas tipologías de vehículos según sea la necesidad de la empresa para con el usuario.

1.6.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de un proyecto sirven para delimitar la estrategia de planificación general, hacia las metas fijadas a nivel general. Son la parte más concreta de los objetivos de un proyecto, los que hacen referencia a las cosas más pequeñas, pero que forman parte de un todo.

- Permitir una integración de accesorios tipo camilla para la continuación del desarrollo del proyecto de electromovilidad experimental, y finalizar con la

realización de un vehículo eléctrico tipo ambulancia para recintos deportivos, como es el caso de los estadios.

- Contener todos los elementos mínimos para la movilidad eléctrica: Distintos tipos de motorización, suspensión, dirección, baterías, etc.
- Desarrollar interfaces conectivas para distintas morfologías y usos.
- Responder apropiadamente al proyecto de electromovilidad experimental de la sede Viña del Mar de la Universidad Técnica Federico Santa María.

1.7. CONCLUSIONES DE ANTECEDENTES

Después del análisis respectivo a cada uno de los antecedentes antes propuestos, se ha llegado a la conclusión de que cada vez está siendo más necesaria la utilización de autos eléctricos, pensando caramente en los beneficios que trae tanto como para el ambiente como para el bolsillo de los usuarios.

Las ciudades cada vez van creciendo más, lo que hace necesario movilizarse con la ayuda de algún automóvil que permita una maniobrabilidad más fácil y rápida, considerando que se desplazará dentro de un terreno asfaltado. Por este mismo motivo es que los automóviles tipo citycar están aumentando considerablemente sus ventas, pero se hace necesaria la usabilidad en conjunto de este tipo de automóvil con los benéficos que entregaría si fuese de carácter eléctrico.

Así también se puede concluir que existe una variada gama de modelos para los distintos gustos de usuarios, según sea la necesidad que se requiera cubrir.

CAPÍTULO 2: DISEÑO CONCEPTUAL

2. CONCEPTOS BÁSICOS

Para llegar a conocer acerca de los chasis o bastidores y poder lograr un diseño conceptual óptimo, comenzaremos por definir algunos términos básicos sobre automóviles, tipos y componentes.

2.1. AUTOMÓVIL

El término automóvil (del griego $\alpha\upsilon\tau\omicron$ "uno mismo con Dios", y del latín *mobilis* "que se mueve") se utiliza para referirse a todo sistema destinado al transporte de personas, con al menos cuatro ruedas y un máximo de nueve plazas incluido el conductor.

Otros términos para referirse a un automóvil son coche y, en algunos países de América Latina, carro o simplemente auto. En una definición más genérica, se refiere a un vehículo autopropulsado destinado al transporte de personas o mercancías sin necesidad de carriles.

Esta autopropulsión la puede generar el petróleo, el gas o la electricidad. En este último caso, el auto puede contar con diferentes baterías recargables.

2.1.1. Vehículos eléctricos

Una tendencia que ha marcado el escenario de los automóviles hoy en día es la llegada de los automóviles eléctricos. Mayor aceleración, economía de combustible y cuidado del medioambiente, además de una menor emisión de ruido y costos de operación más bajos, son las principales razones para subirse a un automóvil eléctrico y, así mismo, potenciar este mercado.

Un automóvil eléctrico es un automóvil propulsado por uno o más motores eléctricos, usando energía eléctrica almacenada en baterías recargables.



Fuente: Página web Tesla Motors

Figura 2-1. Automóvil eléctrico Model S, Tesla

La preocupación global acerca la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero ha sido uno de los principales detonantes para optar a un vehículo de estas características, teniendo en cuenta que las emisiones que estos generan son casi mínimas en comparación a los automóviles corrientes de combustión.

2.1.1.1. Motor Eléctrico

El motor es la parte sistemática de una máquina que se encarga de hacer funcionar el sistema por completo, transformando algún tipo de energía, sea eléctrica, de combustibles fósiles, entre otros, en energía mecánica, dándole la oportunidad de realizar un trabajo. En el caso de los automóviles este efecto es la fuerza que se encarga de producir el movimiento.

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Los motores eléctricos pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras realizan a menudo ambas tareas, si se los equipa con frenos regenerativos.

Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías. Así, en automóviles se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para aprovechar las ventajas de ambos.

Un motor para funcionar se vale de las fuerzas de atracción y repulsión que existen entre los polos. De acuerdo con esto, todo motor tiene que estar formado con polos

alternados entre el estator y el rotor, ya que los polos magnéticos iguales se repelen, y polos magnéticos diferentes se atraen, produciendo así el movimiento de rotación.

2.1.1.2. Baterías

La batería es la pieza del vehículo encargada de almacenar electricidad. Su principal función es entregar la carga necesaria para arrancar el motor. Además de entregar energía adicional cuando haya un consumo de energía mayor al generado por el alternador (pieza que carga la batería cuando el auto está en movimiento).

Esta es la que mantiene funcionando todos los accesorios eléctricos de un auto cuando no está en marcha, como radio, luces, etc.

2.2. LAS DOS GRANDES PARTES DE UN AUTOMÓVIL

Para entender su composición, podemos separarlo en dos grandes partes: una, la "Carrocería" que es la parte visible del carro donde se ubican los pasajeros y la carga, y la otra es el "Chasis", encargado de que todos sus componentes, incluyendo la carrocería trabajen en armonía al mantenerlos sujetos y dándoles el soporte entre sí.

2.2.1. Carrocería

Se denomina carrocería a toda la estructura que se apoya o recubre a la estructura base que es el chasis, y se encarga de albergar y proteger al conductor y los pasajeros. La carrocería también contiene al motor y la mayoría de las partes mecánicas del vehículo.

Corresponde a la mayoría de los componentes que son posibles identificar a primera vista en un vehículo, y es lo que nos permite diferenciar los modelos de auto, ya sea sedán, hatchback, deportivo, etc.,

2.2.1.1. Tipos de automóviles según su carrocería

Dentro de las definiciones podemos encontrar un sin número de vehículos con características específicas según la utilidad que se le desee dar.

Según su carrocería, podemos encontrar los siguientes tipos:

- Sedán: Coche con maletero separado del habitáculo. Esto quiere decir que, al abrir el maletero de un coche sedán, no podemos acceder al habitáculo



Fuente: <https://www.chileautos.cl/>

Figura 2-2. Carrocería tipo sedán

- SUV: El acrónimo SUV proviene del inglés y significa Sport Utility Vehicle o, traducido al español, Vehículo Utilitario Deportivo. Son automóviles mixtos, que combinan el pragmatismo de un turismo con la robustez de un todoterreno.



Fuente: <https://www.chileautos.cl/>

Figura 2-3. Carrocería tipo SUV

- Convertible: Es un tipo de carrocería de automóvil sin techo o cuyo techo puede o bien quitarse o bien plegarse y guardarse en el maletero.



Fuente: <https://www.chileautos.cl/>

Figura 2-4. Carrocería tipo convertible

- Doble cabina: Tipo de automóvil empleada generalmente para el transporte de mercancías, y que tiene en su parte trasera una zona de carga descubierta, en la cual se pueden colocar objetos grandes.



Fuente: <https://www.chileautos.cl/>

Figura 2-5. Carrocería tipo doble cabina

- Furgón: Vehículo comercial ligero utilizado para transportar bienes o grupos de personas. Una furgoneta tiene en la parte posterior una zona de carga de formas ortogonales y techada, al contrario que auto de doble cabina, que la tiene al aire libre.



Fuente: <https://www.chileautos.cl/>

Figura 2-6. Carrocería tipo furgón

- Coupé: Modelo con carrocería cerrada de dos puertas acristaladas y dos (o más) plazas. Un coupé tiene, por definición, dos puertas laterales.



Fuente: <https://www.chileautos.cl/>

Figura 2-7. Carrocería tipo coupé

- Station Wagon: También llamada automóvil familiar o camioneta, es un estilo de carrocería que tiene un diseño de dos cajas, un área de carga grande y una puerta trasera que se abre con bisagras para acceder al área de carga.



Fuente: <https://www.chileautos.cl/>

Figura 2-8. Carrocería tipo Station Wagon

- Hatchback: Es un tipo de automóvil que consiste en una cabina o área para pasajeros con un espacio de carga (maletero) integrado, al cual se tiene acceso mediante un portón trasero. Este portón incluye el vidrio trasero y el voladizo trasero es relativamente corto.



Fuente: <https://www.chileautos.cl/>

Figura 2-9. Carrocería tipo hatchback

Como vemos, lo que hace la diferencia en la apariencia de los autos, es la carrocería. De todos éstos nombrados, nos hemos querido centrar en el automóvil tipo hatchback, ya que, por sus características, nos permite proyectar un auto pequeño. Estas características se detallan a continuación.

2.2.1.2. Hatchback

Es un tipo de vehículo que consiste en una cabina para pasajeros con un espacio de carga integrada correspondiente al maletero, el cual tiene su acceso mediante una puerta trasera.



Fuente: <http://www.balmaceda.peugeot.cl/ces/>

Figura 2-10. Automóvil tipo Hatchback, Peugeot 308 GT

Este tipo de autos varía de tres a cinco puertas, y también son denominados automóviles de dos volúmenes o con escotilla trasera, traducción literal del término en inglés de “hatchback”.

Como ventajas, muchos modelos hatchback tienen asientos traseros abatibles, con lo que se puede cargar objetos grandes que no entran en un sedán o liftback. Además, quien no precisa un maletero grande puede elegir un hatchback para ahorrarse unas decenas de centímetros en el largo del automóvil que pueden molestar al maniobrar o estacionar.

Esta última característica es la que da lugar a los automóviles conocidos como Citycar, que pasamos a describir:

2.2.1.3. CityCar

Un citycar (también conocido como “auto urbano” o “mini” es un vehículo pequeño, especialmente diseñado para uso primario en ambientes urbanos de tránsito denso, donde los espacios de circulación y la disponibilidad de estacionamientos son escasos. Una definición más tradicional y específica del segmento, generalmente empleada por la Asociación Nacional Automotriz de Chile, señala que un citycar es cualquier automóvil de pasajeros de arquitectura hatchback (sin maletero) que mida 3,5 metros de largo aproximadamente.



Fuente: <https://www.autoblog.com/buy/2014-Chevrolet-Spark/>

Figura 2-11. Automóvil tipo Citycar, Chevrolet Spark GT

Una de las características principales de los citycar es que son pequeños y funcionales. Ejemplo de ellos son los modelos presentes en las imágenes siguientes:



Fuente: <https://desarrolloydefensa.blogspot.com/2010/10/mercedes-benz-comienza-vender-en-la.html>

Figura 2-12. Auto Smart fortwo cabrio passion 40KW CDI

2.2.2. Chasis

El chasis, o también denominado bastidor, en un automóvil es el armazón cuyo propósito es fijar los distintos elementos que forman un coche, entre ellos están el motor, la transmisión, la suspensión, el sistema de frenos, el sistema de dirección, la carrocería, entre otros. El mismo permite la relación y el funcionamiento entre ellos. El chasis además de soportar todo el peso del vehículo debe soportar las sobrecargas, lo que incluye no solo el peso de la carga transportada en algún momento, sino también el de los ocupantes de este, por lo que debe estar hecho de un material que, aunque rígido y fuerte, debe también ser indeformable.



Fuente: <http://centralderepuestostr.com/bastidor/>

Figura 2-13. Chasis tipo bastidor

Los vehículos son más veloces y por ende necesitan enormes cantidades de estabilidad para adaptarse a las diferentes clases de caminos, no solo en la ciudad sino también fuera de ella. Aparte de esto, los chasis también han tenido que ser adaptados para la finalidad con que hayan sido hecho los vehículos, pues no es igual un vehículo hecho para cargar pasajeros como los autobuses, como otro coche pequeño destinado a uso particular; como tampoco lo es un rústico todo terreno a otro que solo sirve para la ciudad. Debido a esto ha habido la necesidad que los bastidores hayan sido contruidos con algunos materiales únicos de acuerdo con el uso que vayan a demandar. Notemos a continuación los diferentes tipos de chasis para automóviles.

2.2.2.1 Tipos de chasis para vehículos pequeños

Dentro de los diversos tipos de chasis, los principales son:

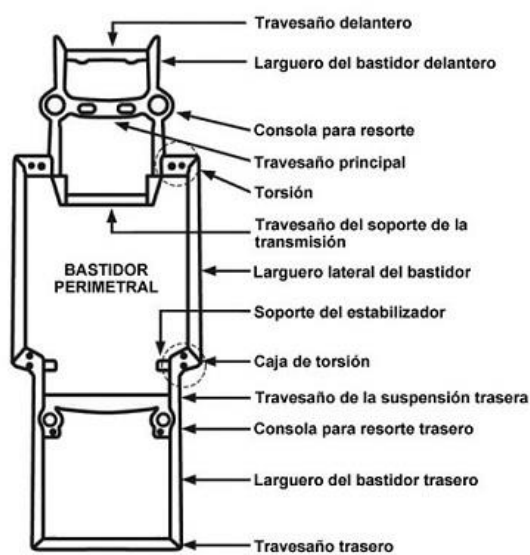
- Chasis en escalera o bitubo: Este es el chasis más antiguo y todavía se encuentra presente en algunos tipos de vehículos actuales como las Pick-up, los SUV, camiones y autobuses. La característica principal es que la carrocería del vehículo queda montada encima de él. Este chasis se encuentra compuesto por un par de largueros que recorre todo el auto de manera longitudinal y que se encuentra unido entre si gracias a diversas placas de acero que a la vez soportan otros componentes del automóvil, de ahí que su apariencia parezca una escalera. La mayor desventaja de este bastidor es que posee poca profundidad a la estructura por lo que le otorga un centro de gravedad muy bajo. Resulta de fácil construcción y no percibe grandes daños al momento de accidentes fuertes. El material más común para su construcción es tubería de 3 pulgadas o 3 ½ pulgadas, calibre 16.



Fuente: <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/chasis-automotriz-y-su-evolucion/>

Figura 2-14. Chasis tipo escalera o bitubo

Para nuestro proyecto, utilizaremos este tipo de chasis tipo escalera, y que podemos graficar de la siguiente manera:



Fuente: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn69.html>

Figura 2-15. Chasis tipo bastidor escalera

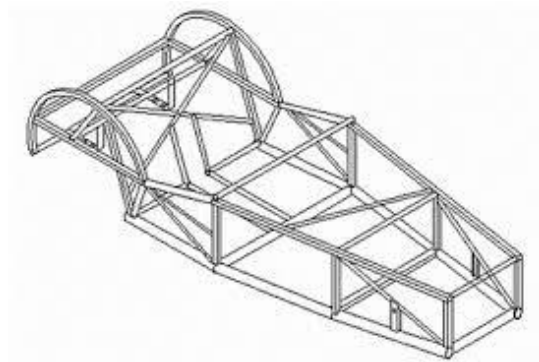
- Chasis multitubular: Este tipo de chasis es la evolución directa del chasis escalera, se compone de cuatro miembros laterales y ninguna o poca triangulación entre ellos. Tiene mayor resistencia a la torsión que el tipo escalera, aunque requiere de tubería de grandes diámetros, es frágil en las juntas soldadas al estar sometidos a esfuerzos de flexión. El área más afectada en los accidentes es la destinada al conductor.



Fuente: <https://www.mercadoracing.org/3/505410/chasis-tubular-para-citroen-c4-4x4.html>

Figura 2-16. Chasis tipo multitubular

- Chasis tipo cercha: Se trata de una estructura isostática en donde todas las juntas del diseño podrían ser reemplazadas por rotulas obteniendo tracción-compresión en todos los miembros del chasis, es de los diseños más eficientes desde el punto de vista estructural, siendo muy rígido en torsión y flexión. El chasis cercha ideal es ideal para alojar cajas rectangulares con diagonales en todas sus caras. Su costo de producción es elevado. En caso de accidentes es demasiado bueno en la absorción progresiva de las cargas.



Fuente: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/15756/pfc_antonio_garcia_alvarez_2012.pdf;jsessionid=D81C087F6F132A3C295AEFB93C831389?sequence=1

Figura 2-17. Chasis tipo cercha

- Chasis monocasco o compacto: Es el chasis más común, de hecho, los fabricantes de automóviles actuales lo emplean para la fabricación de sus coches en este momento. Consisten en una estructura formada a partir de finas láminas de acero soldadas entre sí que garantizan la construcción de un solo bloque continuo de material. La característica principal es que es una estructura bastante rígida que es muy fácil para su producción en masa y le proporciona al coche una gran estabilidad si se produjese un accidente. El chasis monocasco fue tomado de aplicaciones aeronáuticas, tiene como principio que las cargas sean absorbidas por la carcasa del dispositivo.

Su fabricación no resulta rentable en bajas cantidades.



Fuente: <https://dautomotrizuft.weebly.com/chasis.html>

Figura 2-18. Chasis tipo monocasco

Para finalizar el tema acerca de carrocerías y chasis, podemos concluir que mientras que la carrocería da protección ante el medio ambiente a sus ocupantes y dota de belleza exterior al auto, su chasis se encarga de que todos sus componentes, incluyendo la carrocería trabajen en armonía al mantenerlos sujetos y dándoles el soporte entre sí. Dicha estructura encargada de conectar las cuatro ruedas, al ser una estructura rígida, le proporciona una protección al vehículo durante un accidente al no permitir que se deforme en su totalidad.



Fuente: <https://www.autobild.es/reportajes/cinco-coches-mas-bestias-sema-2014-237375>

Figura 2-19. Unión carrocería y bastidor

2.3. **CONCLUSIONES DISEÑO CONCEPTUAL**

Después del análisis respectivo a cada uno de los antecedentes antes propuestos, se ha llegado a la conclusión de que cada vez está siendo más necesaria la utilización de autos eléctricos, pensando claramente en los beneficios que trae tanto como para el ambiente como para el bolsillo de los usuarios.

Las ciudades cada vez van creciendo más, lo que hace necesario movilizarse con la ayuda de algún automóvil que permita una maniobrabilidad más fácil y rápida, considerando que se desplazará dentro de un terreno asfaltado. Por este mismo motivo es que los automóviles tipo citycar están aumentando considerablemente sus ventas, pero se hace necesaria la usabilidad en conjunto de este tipo de automóvil con los beneficios que entregaría si fuese de carácter eléctrico.

Lo que se pretende con este proyecto es la fabricación del chasis, para que luego, los otros equipos de trabajo que participan en este proyecto lo ensamblen con una carrocería y motor eléctrico.

Para la fabricación de éste, se deben seguir ciertas normas que se detallan a continuación.

2.4. **FACTORES DE SEGURIDAD**

Con el fin de obtener adecuadas propiedades mecánicas del chasis, que permita mayor resistencia estructural, y una seguridad en el usuario, es que debemos escoger los materiales y procedimientos más apropiados. El sector automotriz está delimitado por una feroz competencia que vincula algunas de las organizaciones más grandes del planeta por el control de mercados cada vez más exigentes en aspectos como eficiencia energética, bajos costos de mantenimiento, alto desempeño y confort para los usuarios de los vehículos. En este sentido, la ciencia e ingeniería de materiales ha sido uno de los frentes en los que la industria automotriz ha propiciado mayores desarrollos, particularmente en lo referente a la obtención de adecuadas propiedades mecánicas con un compromiso de bajo peso y mayor resistencia estructural. En este panorama, los desarrollos se han orientado sobre todo a materiales metálicos, polímeros y compuestos, de los que a continuación se hará una breve mención.

2.4.1. Aleaciones de aluminio

El aluminio y sus aleaciones son caracterizados por su baja densidad frente al acero (2.7 g/cm^3 comparado con 7.9 g/cm^3), elevadas conductividades térmicas y eléctricas y cuenta con resistencia a la corrosión. A muchas de las aleaciones se les puede dar la forma deseada con facilidad debido a su ductilidad. Al igual que el acero, los aluminios varían mucho sus características dependiendo del tipo de aleaciones usadas, entre los que se destacan Mg, Si, Mn y Cu.

En los aluminios extruidos las series más comunes son la serie 1000 AL, serie 6000 AL + Mg + Si. Por otra parte, en la clasificación AISI/SAE se encuentran los siguientes materiales:

- Series 6061, 6062, 6063: Elementos estructurales para industria automotriz, líneas de conducción hidráulica y de gases a baja temperatura.
- Series 7075, 7178: Industria Aeronáutica y Aeroespacial.
- Series 2017 2018: Remaches, pasadores y elementos estructurales. La resistencia mecánica del aluminio es lograda mediante la acritud y mediante aleación. Una característica importante es la resistencia específica, esto quiere decir la relación entre la resistencia a la tracción y la densidad.

El aluminio no es la opción más barata del mercado, pero por sus magníficas propiedades está jugando un papel muy importante en el sector automotriz en muchas aplicaciones, desde elementos decorativos hasta carcasas de motores y bastidores.

2.4.2. Aceros

Uno de los materiales más usados de la industria automotriz es el acero. La mayoría de la estructura de chasis, carrocería y motores se fabrican con este material

Existen muchos tipos de aceros, desde aceros dulces o bajo carbono destinados a estructuras, hasta aceros de alta aleación para aplicaciones muy exigentes, como dados de extrusión o herramientas de corte.

Para la construcción del prototipo de chasis biplaza se designaron distintos elementos que hacen que sea factible el fabricado, teniendo en cuenta que se trabajara solo

en un prototipo, el cual debe soportar los esfuerzo a los que serán analizados posteriormente.

- Acero A36, A240ES, A270ES y A340ES

Pensando en que el prototipo debe ser económico y liviano ya que solo será la presentación del producto a la comunidad, se eligieron estos tres aceros por sus especificaciones técnicas y precio en el mercado.

- Alta resistencia: la alta resistencia del acero por unidad de peso permite estructuras relativamente livianas, lo cual es de gran importancia en la construcción de puentes, edificios altos y estructuras cimentadas en suelos blandos.
- Homogeneidad: las propiedades del acero no se alteran con el tiempo, ni varían con la localización en los elementos estructurales.
- Elasticidad: el acero es el material que más se acerca a un comportamiento linealmente elástico (Ley de Hooke) hasta alcanzar esfuerzos considerables.
- Precisión dimensional: los perfiles laminados están fabricados bajo estándares que permiten establecer de manera muy precisa las propiedades geométricas de la sección.

Las propiedades mecánicas de los aceros que serán evaluados se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 2-1: Propiedades mecánicas del acero

Grados de acero	Resistencia a la tracción (MPa)	Límite de fluencia mínimo (MPa)	Alargamiento mínimo (%)
A36	400	250	20
A240ES	363	235	22
A270ES	412	265	20
A340ES	510	324	18

Fuente: elaboración propia

Luego de tener claro que acero se ocupara, se elegirá dentro del catálogo SACK el perfil que posea las medidas necesarias para la ejecución. A continuación, se presenta la figura 2-2., que muestra la perfilería rectangular con la ficha técnica correspondiente.

Tabla 2-2. Catalogo SACK

Perfil Rectangular		
Dimensión en mm	Espesor en mm	Peso Técnico kg/mts
20 x10	1,00	0,42
	15,0	0,59
25 x10	1,00	0,50
25 x15	1,00	0,58
	15,0	0,89
30 x10	1,00	0,58
	15,0	0,89
30 x 20	15,0	0,79
	15,0	1,06
	2,00	1,36
35 x15	1,00	0,79
	15,0	1,06
40 x 20	1,00	0,89
	15,0	1,30
	2,00	1,68
40 x 30	1,00	1,05
	15,0	1,53
	2,00	1,99
50 x 20	15,0	1,53
	2,00	1,99
50 x 30	1,00	1,20
	15,0	1,77
	2,00	2,31
	3,00	3,30
60 x 40	2,00	2,93
	3,00	4,25
	4,00	5,45
70 x 30	2,00	2,93
	3,00	4,25
80 x 40	2,00	3,56
	3,00	5,19
	4,00	6,71
100 x 50	2,00	4,50
	3,00	6,60
	4,00	8,59
	5,00	10,50
150 x 50	2,00	6,07
	3,00	8,96
	4,00	11,7
	5,00	14,4
Calidad: A42 - 27 ES, A37 - 24 ES Se entrega en largo de 6 m. Largos variables previa consulta.		

Fuente: Pagina web, Catalogo SACK página 39

El material a elección es el Acero A270ES de 50x30x2 mm. Estructuralmente es el material idóneo para este tipo de estructuras donde las cargas de flexión y compresión (en este caso cargas de impacto) son bastante elevadas y necesitan de un acero estructural especializado para dichas solicitaciones. Es importante destacar que, para el caso del análisis en el software, de ser necesario debido a los resultados propios del análisis, realizar cambios en la configuración de las medidas de los perfiles, su espesor o el tipo de acero elegido.

2.4.3. Restricciones

Tras efectuar cualquier trabajo sobre el bastidor o chasis de un camión o vehículo industrial, se deberá:

- Eliminar las virutas resultantes de operaciones de taladrado
- Desbarbar los taladros efectuados.

Asimismo, como práctica general no se soldará elemento alguno al bastidor del vehículo. Cualquier elemento que necesite ser unido al bastidor se realizará a base de uniones atornilladas, nunca mediante soldadura. Ello es así, porque los bastidores de los vehículos van a estar sometidos a continuas vibraciones debida al movimiento del vehículo y las irregularidades de las calles, que terminarían agotando por fatiga cualquier unión soldada.

Asimismo, cuando se necesiten realizar taladros sobre el bastidor del vehículo para alojar los tornillos de anclaje, éstos no se realizarán en las alas de los largueros, sino que siempre se realizarán sobre el alma del perfil que conforman el bastidor del vehículo. No obstante, siempre se tratará de utilizar los taladros que ya vienen hechos de fábrica a lo largo del chasis del vehículo.

En todas las modificaciones del bastidor, como puedan ser alargamientos de la distancia entre ejes del vehículo, o la modificación del voladizo trasero, etc., los materiales a emplear en los tramos añadidos al bastidor original y/o en los refuerzos del mismo deberán coincidir en calidad y en medidas con el utilizado en los largueros.

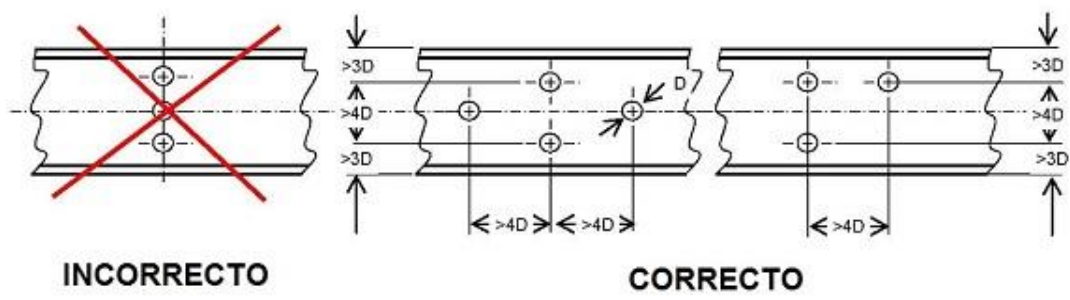
2.4.3.1. Uniones Atornilladas

En el caso de ser necesario realizar nuevas perforaciones al bastidor o chasis del vehículo para el anclaje de los tornillos, se deberá tener en cuenta no hacer ningún tipo de taladro en:

- Las alas de los largueros del bastidor;
- En posiciones del bastidor cerca de los soportes de los muelles de la suspensión del vehículo.

Se debe tener presente que realizar un taladro al bastidor resta resistencia a éste, y por lo tanto se ha de extremar la precaución a este respecto. Por tanto, si se han de hacer nuevos taladros, que siempre sean en el alma de los largueros, y además se deberá asegurar que se realizan en zonas del larguero donde los esfuerzos no alcancen los valores máximos.

Como norma general, no se deben realizar más de dos perforaciones en el mismo vertical del perfil que forma el bastidor, siguiéndose las recomendaciones que se muestran en las figuras siguientes:



Fuente: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn32.html>

Figura 2-20. Perforaciones de perfiles

Si se han de sustituir los tornillos de serie por otros (más largos, por ejemplo), se utilizarán únicamente tornillos del mismo tipo y clase. Las tuercas autoblocantes, una vez desmontadas, no deben volver a utilizarse y deberán sustituirse por otras de idénticas características a las de la serie.

En todas las fijaciones del bastidor y en la fijación de la carrocería y/o equipos adicionales al mismo se emplearán tuercas autoblocantes con arandelas planas endurecidas según norma DIN 125.

El siguiente cuadro orienta para la selección de los pares de apriete necesarios para aplicar en las uniones atornilladas ($m \cdot kg$):

Tabla 2-3. Uniones atornilladas

Diámetro nominal (mm)	Paso grueso MA					Paso fino MB				
	Paso (mm)	Calidad del acero				Paso (mm)	Calidad del acero			
		6.8	8.8	10.9	12.9		6.8	8.8	10.9	12.9
6	1	0,69	1,19	1,68	2,01	0,75	0,96	1,27	1,79	2,15
8	1,25	2,15	2,86	4,02	4,83	1	2,24	3,00	4,21	5,05
10	1,5	4,25	5,68	8,00	9,57	1	4,57	6,18	8,57	10,25
12	1,75	7,33	9,76	13,70	16,45	1,5	7,60	10,10	14,25	17,05
14	2	11,60	15,45	21,75	26,10	1,5	12,30	16,40	23,05	27,60
16	2	17,55	23,40	32,80	39,40	1,5	18,25	24,30	34,20	41,00
18	2,5	24,30	32,40	45,60	54,70	1,5	26,10	34,80	49,00	58,80
20	2,5	34,20	45,60	64,20	77,00	1,5	36,60	48,80	68,70	82,40
22	2,5	45,50	60,60	85,30	102,50	1,5	48,40	64,30	90,70	108,70
24	3	59,00	78,80	110,50	132,50	2	62,60	83,00	116,60	136,50

Fuente: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn32.html>

2.5. **DEFINICIÓN DEL MERCADO**

En esta etapa del proyecto se definirá quien o quienes son los posibles usuarios que, requieran un dispositivo de este tipo.

El mercado y usuario en los que nos vamos a enfocar están orientado totalmente a la industria que está sustentada para el bajo costo de la movilización, a producciones acotadas y, así mismo, que se enfoquen en los traslados cortos y precisos.

2.5.1. **Mercado específico**

Este proyecto no está pensado para el mercado, ya que es un proyecto de investigación interno de la Universidad Federico Santa María y su equipo multidisciplinario de electromovilidad, por lo que el o los usuarios serán miembros (alumnos, profesores) de dicha institución.

La propuesta está dirigida para asumir proyectos derivados de necesidades de proyectos específicos y que determinen un número acotado de unidades a producir por células productivas pequeñas (empresas), por lo que se pretende abarcar un mercado de proyectos integrados de transporte, sustentados por empresas de interés y relacionadas en el modelo de negocio:

- Metros o trenes suburbanos regionales (Metro Santiago, Metrotren, Merval, Biotren)
- Empresas Regionales de electricidad (Enel, Chilquinta, CGE, etc.)

Otro frente a poder abordar está centrado en la necesidad de servicios específicos alternativos de transporte para instituciones y empresas presentes en zonas de interés de difusión o preservación turístico o cultural:

- Terminal de pasajeros marítimos (VTP Valparaíso, PCE San Antonio)
- Sernatur
- Cámaras regionales de comercio y turismo
- Conaf
- Municipios
- Instituciones Educativas (Universidades, institutos, colegios, etc.)

2.6. **ANÁLISIS Y DEFINICIÓN FUNCIONAL**

Este análisis está centrado en la función que cumple el producto. Se llama función a la manera en que el objeto cumple el propósito para el cual fue concebido y construido. La función y la forma son dos cualidades de un producto íntimamente vinculadas, por lo que podemos decir que en general la forma denota de la función. Para esto mismo es que se llevará a cabo el siguiente análisis, pensando en las funciones que debe cumplir nuestro producto, y en los requerimientos y restricciones necesarios que debe poseer para poder llegar a un resultado final óptimo.

2.6.1. **Funciones ideales**

El chasis es la estructura base que se encarga de sostener el motor y la batería del vehículo y, así mismo, se encarga de darle la rigidez suficiente y la forma primaria al automóvil. El término “bastidor” corresponde a la estructura de chasis compuesta por largueros y travesaños que se encargan de fijar todos los elementos mecánicos importantes que conforman el automóvil, como lo son el motor, transmisión, ejes, etc.

El chasis está construido para soportar también el cuerpo del vehículo. Es una estructura rígida, más que la carrocería, que proporciona una protección durante un accidente. En el momento de un choque, es primordial que la carrocería se deforme todo lo que se pueda para no transmitir la energía de colisión al piloto, y por otra parte interesa que el chasis se deforme poco para no alterar las características de la conducción.

Entonces, podemos indicar, que el chasis cumple tres funciones importantes:

- Sostener: Tener encima o sujeta una cosa de manera que no se caiga o se tambalee.
- Acoplar: Unir piezas o elementos de manera que ajusten perfectamente, normalmente haciendo que parte de uno entre en otro.
- Modelar: Dar forma a algo.

Al analizar estas tres funciones se puede subdividir en las siguientes subfunciones:

Tabla 2-4. Funciones y subfunciones ideales

Función	Sostener	Acoplar	Modelar
Subfunciones	<i>Sostener carga</i>	<i>Vincular sistemas del vehículo</i>	<i>Modelar forma del vehículo</i>
	- Carga viva. - Carga muerta.	- Para uso del vehículo. - Para unir. - Para fijar.	- Para habitar.

Fuente: Elaboración propia

2.7. DETERMINACION DE CARACTERÍSTICAS

Para poder lograr un diseño pertinente, se requiere de varios factores por tener en cuenta. En este caso, se hará uso de los requerimientos y restricciones tentativas para el desarrollo del proyecto.

2.7.1. Requerimientos

Los requerimientos son peticiones básicas necesarias con las que debe contar el objeto para ser utilizado sin inconvenientes. Dentro de este trabajo se pueden encontrar los siguientes requerimientos:

- Debe mantener su forma luego del ensamble
- Debe soportar las cargas mínimas que ejercen los componentes y las posibles personas que ocupen el bastidor
- Que no presente desestabilidad al momento de ajustar los componentes
- Debe permitir ajustar las distancias entre los componentes según sea necesario
- Debe ser fácil y rápido de ajustar

2.7.2. Restricciones

Las restricciones son las limitaciones que debe tener el producto para un funcionamiento práctico. A lo largo de este trabajo se han implementado las siguientes restricciones para el chasis:

- Debe soportar como mínimo 100 kilogramos de carga
- Debe contener 3 personas en su interior como mínimo
- Debe tener la capacidad de adaptarse a 3 tipologías de carrocerías, como mínimo.

2.8. DISEÑO CONCEPTUAL PRELIMINAR

Para tener una idea de lo que se quiere llegar a lograr, se usarán dos herramientas de trabajo. Una será una matriz de contradicciones que nos ayudará a perfeccionar la idea principal de este proyecto, y la segunda es un benchmarking comparativo, que nos ayudará a divisar lo que hay en este momento en el mercado, que es a lo que quiere aspirar el proyecto.

2.8.1. Matriz TRIZ

La teoría de la solución de problemas de inventiva (TRIZ, por sus siglas en ruso) es una poderosa metodología que aprovecha el proceso de pensamiento sistemático. Está basada en el conocimiento y las experiencias de las mentes más ilustres de la historia, y nos brinda una serie de herramientas que permiten llegar a soluciones innovadoras, crear nuevos productos e incrementar nuestra habilidad creativa.

Esta matriz considera lo que se quiera mejorar del producto en cuestión, y poder identificar lo que empeora luego de dicha modificación, y en función a eso la matriz da opciones de diseño que ayudan a que lo que empeora no sea tan perjudicial.

El primer paso es definir los parámetros que mejoran y los que empeoran en función a una tabla de 39x39, como se muestra de manera resumida a continuación:

Tabla 2-5. Matriz TRIZ

		PARÁMETRO QUE EMPEORA					
PARÁMETRO QUE MEJORA	Características que empeoran al cumplir el objetivo	1. Peso de objeto móvil	...	3. Longitud del objeto móvil	...	38. Grado de automatización	39. Productividad
	Características que mejoran al cumplir el objetivo						
		1		3		38	39
	1. Peso de objeto móvil	+		15, 8, 29, 34		26, 35, 18, 19	35, 3, 24, 37
	...						
	35. Adaptabilidad o flexibilidad	1, 6, 15, 8		35, 1, 29, 2		27, 34, 35	35, 28, 6, 37
	38. Grado de automatización	28, 26, 18, 35		14, 13, 17, 28		+	5, 12, 35, 26
	...						
	39. Productividad	35, 26, 24, 37		18, 4, 28, 38		5, 12, 35, 26	+
		Principios de inventiva					

Fuente: <https://www.problemsolving.pro/triz-la-metodologia-que-surgio-del-frio/>

En base a esto, se elige el principio de inventiva de los números que arroja la tabla, los cuales son 40 principios en total:

Tabla 2-6. Principios de inventiva

1	Segmentación	21	Pasar rápidamente
2	Extracción	22	Convertir lo negativo en positivo
3	Calidad local	23	Retroalimentación
4	Asimetría	24	Mediador
5	Combinar	25	Autoservicio
6	Universalidad	26	Copiar
7	Anidación	27	Objetos baratos o de corta vida
8	Contrapeso	28	Sustitución sistemas mecánicos
9	Reacción preliminar	29	Neumática e hidráulica
10	Acción preliminar	30	Membranas delgadas
11	Precaución previa	31	Materiales porosos
12	Equipotencialidad	32	Cambios de color
13	Inversión	33	Homogeneidad
14	Esfericidad o curvatura	34	Restauración y regeneración de partes
15	Dinámica	35	Transformación del estado físico y químico de un objeto
16	Acciones parciales	36	Transiciones de fase
17	Otra dimensión	37	Expansión térmica
18	Vibraciones mecánicas	38	Oxidantes fuertes
19	Acción periódica	39	Atmósferas inertes
20	Continuidad acción útil	40	Materiales compuestos

Fuente: <https://www.problemsolving.pro/triz-la-metodologia-que-surgio-del-frio/>

En el caso del proyecto, se consideró los siguientes aspectos a mejorar y empeorar:

- 3. *Aspecto por mejorar:* Adaptabilidad
- 4. *Aspecto por empeorar:* Durabilidad del objeto móvil

Según estos dos parámetros, la tabla arrojó tres posibles principios de inventiva según las opciones a mejorar y empeorar antes mencionadas:

- Inversión (13):
 - Invertir la acción utilizada para resolver el problema.
 - Hacer partes móviles fijas, y partes fijas móviles.
 - Gire el objeto "al revés"

- Segmentación (1):
 - Divide un objeto en partes independientes.
 - Hacer un objeto fácil de desmontar.
 - Aumentar el grado de fragmentación o segmentación.

- Transformación del estado físico y químico de un objeto (35):
 - Cambiar el estado físico de un objeto.
 - Cambia la concentración o consistencia.
 - Cambiar el grado de flexibilidad. Cambia la temperatura.

En función a los datos entregados en la tabla, se analiza cuál de todos los datos arrojados es el mejor en función al producto a diseñar, para que este luego pueda ser aplicado. Teniendo en cuenta el bastidor a diseñar, se plantea como una opción válida implementar el principio de *Segmentación*, específicamente los puntos que dicen lo siguiente: “Hacer un objeto fácil de desmontar” y “Dividir el objeto en partes independientes”. La idea del proyecto bastidor es que este pueda ser versátil en función a los diversos componentes que se le espera montar, así sea baterías, motores o diferentes tipos de carrocerías. En pro a esto es que se espera sea fácil de desmontar y modificar componentes internos del bastidor, para asegurar una mejor adaptabilidad a los objetos externos que se emplean sobre este.

2.8.2. Benchmarking comparativo

La principal función de un Benchmarking comparativo es divisar los productos ya existentes en el mercado que se parezcan en mayor medida al producto que se está presentando, y analizarlo según sus características para saber a qué aspirar.

Para esto mismo se han analizado los siguientes vehículos:

Tabla 2-7. Benchmarking vehículos eléctricos

Modelo	Imagen	Motor	Batería	Tiempo de Carga	Velocidad
Excar M1S2		5kw	48V	8-10 horas	45 km/h
Excar A1H2/CC		5kw	48V	8-10 horas	45 km/h
Excar A1H2		5kw	48V	8-10 horas	45 km/h
Excar A1M2		5kw	48V	8-10 horas	45km/h
Ezgo Express S4		-	48V	-	-

Fuente: Elaboración propia

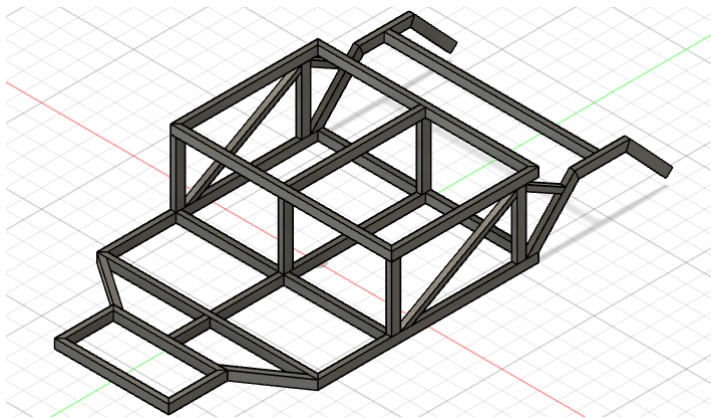
Tabla 2-7. Benchmarking vehículos eléctricos (continuación)

Modelo	Imagen	Motor	Batería	Tiempo de carga	Velocidad
Cushman Hauler Pro		-	72V	-	-
Ezgo 2 Five 4 Pass		-	48V	-	45 km/h

Fuente: Elaboración propia

2.8.3. Diseño preliminar

Para la construcción primaria del bastidor, se toma como referencia una posición primaria de las cajas negras (baterías y motor). En ese caso, se toma como base que dichos dispositivos se posicionarán a la altura de los asientos, para aprovechar el espacio perdido que se encuentra bajo estos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-21. Modelado bastidor base

Sobre este bastidor, que fue generado por los demás integrantes del proyecto de electromovilidad experimental, se trabajará para llegar a los accesorios pertinentes que permitirán hacer de este producto uno más versátil y fácil de adaptar a las diversas tipologías de motores, baterías y carrocerías.

2.9. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS

Para realizar las definiciones de alternativas, se requiere mencionar las existencias de los carritos ambulancias de estadio que existen hoy en el mercado (de los cuales se hizo una breve mención en un punto anterior), para así tener una noción de dónde se quiere llegar con el final de este proyecto.



Fuente: <https://historico.elsalvador.com/historico/293269/relator-cuenta-sobre-el-caso-de-enner-valencia.html>

Figura 2-22. Carros Ambulancia para Estadios

2.9.1. Modelo de referencia

El vehículo debe tener unas prestaciones acordes a la función prevista, la cual será transporte de pequeñas cargas en distancias cortas. Se ha decidido utilizar como referencia el modelo de cuadriciclo “LT-S2.DBH” de la empresa “LVTONG NEW ENERGY”, que es el que actualmente se encuentra en posesión del equipo de Electromovilidad Experimental para desarrollo de proyectos.



Fuente: <https://cartsnparts.com.au/all-commercial-carts/utility-carts/>

Figura 2-23. Modelo LT-S2.DHB

- Descripción:
 - Medidas (largo x alto x ancho): 2675 x 1260 x 1640
 - Distancia libre del suelo: 120 mm
 - Ancho de vía: 1120 mm
 - Peso neto: 600 kg
 - Capacidad de carga: 200 kg + 2 personas

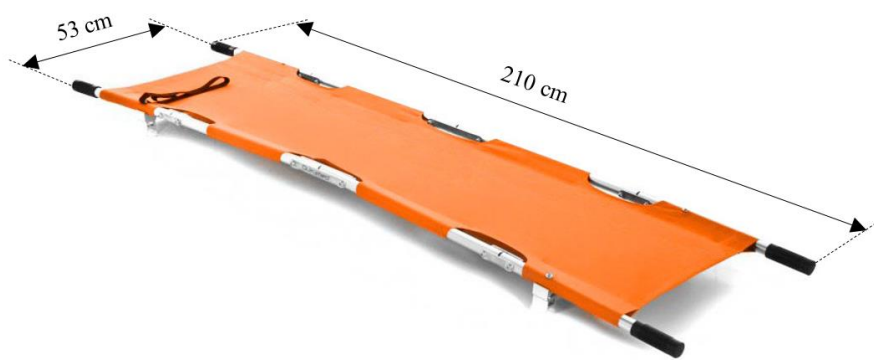
2.10. **DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIONES FINALES**

En esta sección se mencionarán todos los detalles que hay que tener en cuenta para un acabado óptimo del proyecto. Nos centraremos en la idea de un carrito tipo ambulancia para desarrollar dentro del equipo de electromovilidad, por lo que tenemos las siguientes consideraciones:

2.10.1. Especificaciones de medidas

Al pensar en una ambulancia para estadio, hay que tener presente que estas deben tener un espacio para contener una camilla con la cual se pasará al jugador desde el lugar en que se encuentre en el piso del estadio hasta el interior de la ambulancia.

La mayoría de las camillas ocuparas en estas circunstancias tienen las siguientes características:



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-24. Medidas camilla emergencias 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-25. Medidas camilla emergencias 2

La idea es que dicho carrito cuente con un espacio prudente para contener estos tipos de camillas, o alguna otra con características similares, así como también debe contar con un mínimo de dos asientos adicionales para ubicar tanto al conductor como a otra

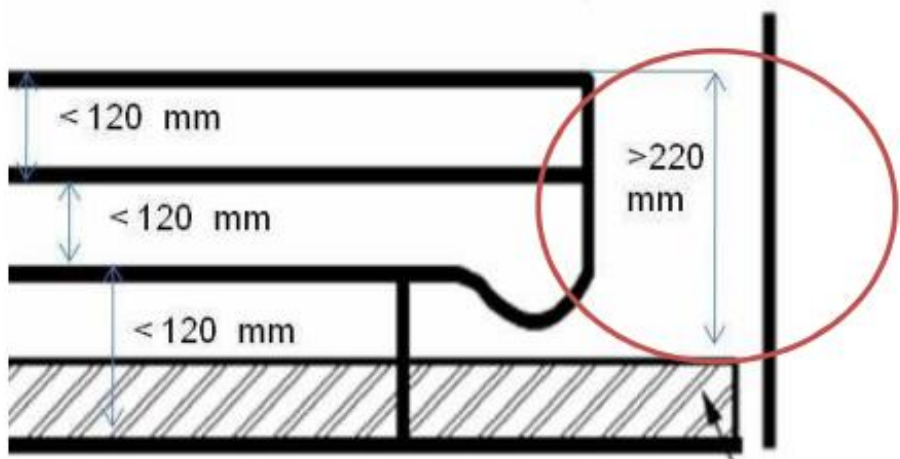
persona que pueda ayudar a maniobrar dicha camilla y posicionarla en su espacio respectivo dentro del carro.

Con todos estos antecedentes es que se pretende fabricar un chasis que sea una estructura básica común para diferentes morfologías, pudiendo montarse en éste, carrocerías útiles en ámbito deportivo, de seguridad, de traslados interno de pasajero, de camillas para emergencias deportivas, etc.

2.10.2. Especificaciones de seguridad

Para las medidas de seguridad del carrito tipo ambulancia, se tomará como referencia las camillas de hospitales y sus barreras de seguridad para así implementar unas en el proyecto. No se tomarán todas las medidas referenciales de las camillas de hospital ya que estas se implementan de manera más estricta puesto que son para uso continuo (día y noche) según lo que requiera el paciente. Para el caso del carrito tipo ambulancia, el uso es más acotado, por lo que nos centraremos a grandes rasgos en ellas.

Para esta condicionante de la normativa sobre camillas de emergencia es que tendremos en cuenta las siguientes medidas:



Fuente: Normativa Global Europea de Camillas

Figura 2-26. Medidas barandas de seguridad de camillas

2.10.3. Especificaciones de velocidad

La velocidad de circulación al interior de recintos deportivos (tanto en zonas exteriores como interiores) no viene explícitamente establecida en ninguna norma reglamentaria, aunque determinados criterios de referencia técnicos marcan alguna recomendación al respecto. Así pues, en recintos deportivos como lo son los estadios, la velocidad fluctúa entre los 5 km/h y los 20 km/h, teniendo en consideración que la mayoría del suelo de este recinto es de pasto y que una velocidad superior podría estropearlo.



Fuente: https://futbol.fandom.com/es/wiki/Estadio_Nacional_Julio_Mart%C3%ADnez_Prados

Figura 2-27. Estadio Nacional Julio Martines Pradanos

CAPÍTULO 3: DISEÑO DE INGENIERÍA

3. **DESARROLLO ESTRUCTURAL**

Se propone la situación de un bastidor perimetral que puede variar en ciertos factores, pero enfocado en que el diseño central sea de una ambulancia para estadios deportivos. Para esto mismo es que se tiene que trabajar sobre el modelo inicial desarrollado dentro del proyecto de electromovilidad, que es el chasis tipo bastidor perimetral mencionado en los capítulos anteriores. Este bastidor ya se encuentra fabricado y listo para utilizar según sea la estructura final que se desee.

Este bastidor debe adaptarse a distintos tipos de morfologías con ayuda de accesorios, teniendo como única similitud el bastidor perimetral.

3.1. **PIEZAS Y COMPONENTES**

Cada vehículo tendrá una estructura diferente, pero los componentes a utilizar para el desarrollo del diseño de cada uno serán los mismos entre sí.

En el siguiente compilado daremos una breve explicación de los componentes a utilizar y el motivo por el cual se optó a ellos.

3.1.1. **Perfiles tubulares de aluminio**

Se optaron por dos tipos de perfiles tubulares: tuberías de aluminio de 40 mm. de diámetro, de 30 mm. de diámetro y de 38 mm. de diámetro.

La tubería 1 de 40 mm. de diámetro exterior cuenta con 4 mm. de espesor en todo su diámetro, ya que el ancho de este tipo de tubería permite un agarre perfecto de la mano en él, así como también se considera un material bastante liviano y resistente (al igual que los otros dos perfiles), lo que nos permite darle menos peso a la estructura principal que sería el bastidor, y así no pensar en dañar los posibles terrenos en los que se moverá dicho carrito (como el pasto, si nos ponemos en el caso de las camillas para estadios deportivos).

Los tubos de esta medida en particular son fáciles de encontrar en países como China, España o Francia, pero acá en Chile son pocas las empresas que trabajan con este tipo de tuberías en particular.

Un metro de este material en las principales tiendas está alrededor de los \$5.990, variando según la tienda o el país donde se realice la cotización, y para el diseño de nuestro proyecto se utilizaron alrededor de 10.2 m.

La tubería 2 de aluminio de 38.10 mm. de diámetro exterior cuentan con 2 mm. de espesor en todo su contorno y, a nivel estructural, son considerados muy livianos y suficientemente resistentes para ser utilizados como baranda de seguridad al costado del carrito ambulancia. Seis metros de este material están alrededor de los \$14.000, variando el precio según el proveedor. Para este proyecto se utilizarán 2.8 m. aproximadamente de este tipo de tubería.

Los perfiles tubulares 3 de aluminio de 30 mm. de diámetro exterior, con 4 mm. de espesor, serán utilizados en la sujeción delantera entre la estructura superior (diseñada con los tubos de 40 mm.) y el bastidor perimetral. Tres metros de este material tiene un valor aproximado de \$6.590, que varía dependiendo del proveedor. Para este diseño se necesitarán 1,2 m. aproximadamente.

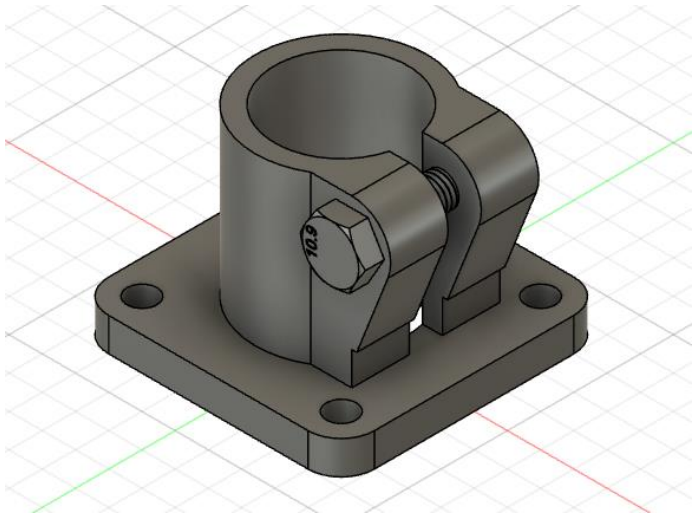


Fuente: Google Imágenes

Figura 3-1. Perfiles tubulares de aluminio

3.1.2. Soporte de tubos

Consiste en un dispositivo con base cuadrada y un cilindro en el centro en el cual se posiciona la tubería, permitiendo que este cilindro la abrace, adaptándose a la medida de la tubería con ayuda de un tornillo atravesado de manera horizontal, el cual se aprieta para lograr una presión necesaria y así evitar que el tubo que suelte y caiga.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-2. Soporte para tuberías de 40 mm

Este soporte cuesta alrededor de \$6.890 por unidad, pero dentro del mercado nacional no es usual encontrarlos, por lo que se requiere encargar directamente con empresas de China o España. Para este proyecto se hará uso de 7 unidades de este soporte.

El perno que se utiliza para generar el apriete del tubo es el tipo métrico N9, y este viene junto al soporte al momento de generar la compra.

El perno que se debe ocupar para fijar la base del soporte al carrito móvil que se ocupará para adaptar la distancia es un tornillo hexagonal de cabeza de botón del tipo métrico 8. El valor de estos pernos está entre los \$4.500 y \$5.000 por cada 10 unidades y, para este proyecto, se hará uso de 28 unidades.



Fuente: Biblioteca de materiales Fusion 360

Figura 3-3. Tornillo hexagonal cabeza de botón M10

Las especificaciones para de este tipo de tornillo son las siguientes:

Tabla 3-1. Especificaciones tornillo de cabeza botón hexagonal M10

Tornillo hexagonal de cabeza de botón	
Tamaño del hilo	M10
Paso del hilo	1.5 mm.
Largo	40 mm.
Enhebrada	Completamente roscado
Diámetro de la cabeza	17.50 mm.
Altura de la cabeza	5.50 mm.
Estilo de conducción	Hexagonal

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Guía lineal de cojinete

Las guías lineales son elementos de rodadura para movimientos de traslación. Para el caso de nuestro chasis, se dispondrán a lo largo de los perfiles del bastidor para así lograr la propiedad de adaptabilidad del chasis, permitiendo colocar la unidad móvil a la distancia que se requiera según sea el tipo de chasis superior que se desee lograr.

¿Por qué se optó por una guía lineal de cojinetes? La principal razón por la que se optó por este dispositivo es porque otorga un deslizamiento más suave que otros rieles y posee mejor agarre al riel, lo que permite un posicionamiento más preciso. Así mismo, este tipo de riel posee un bloqueo manual que permite un apriete preciso a la distancia que se requiera, y así evitar que la estructura que irá ajustada sobre este riel sufra algún movimiento.



Fuente: <https://www.igus.es/product/926>

Figura 3-4. Guía lineal de cojinete

Los rieles los encontramos en una medida máxima de 1 m. con un ancho de 30 mm. mientras que, en el caso de los carritos, la medida es de 90 mm. x 103 mm. El valor del conjunto de un riel de un metro con un carrito es de \$27.900 y si se requiere de más unidades de un carrito, este individualmente tiene un costo de \$6.500. Para este proyecto se estimará un uso de 2,5 m. de rieles y 7 unidades de carritos.

Para el caso del riel, se requiere de un tornillo de cabeza hueca del tipo métrico 4 para poder unirse directamente al bastidor. Se usarán entre 2 a 3 tornillos por cada riel a ocupar y, el valor de estos varía entre los \$4.500 y \$5.000 por cada 10 unidades. Su utilizará un aproximado de 10 unidades de este perno en total.



Fuente: Biblioteca materiales Fusion 360

Figura 3-5. Tornillo de cabeza hueca

Las especificaciones para este tipo de tornillo son las siguientes:

Tabla 3-2. Especificaciones tornillo de cabeza hueca

Tornillo de cabeza hueca de acero de aleación de óxido negro	
Tipo de cabeza	Hueca
Estilo de unidad	Hexagonal
Tamaño del hilo	M4
Paso del hilo	0.7 mm.
Longitud	80 mm.
Tipo de roscado	Parcialmente roscado

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Perfiles rectangulares de aluminio

Para el caso del carrito tipo ambulancia que se diseñará se requerirá de dos tipos de perfiles cuadrados de aluminio. El perfil 1 se utilizará para recrear una especie de plataforma en la cual se está contemplado un espacio especial para que pueda ser ubicada la camilla, mientras que el perfil cuadrado 2 se utilizará para instalar el asiento del piloto.

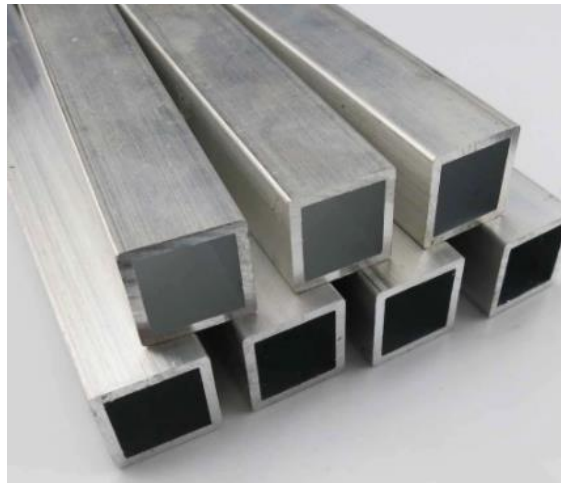
Se hará uso de perfiles rectangulares de aluminio de 40 mm. x 30 mm. de 3 mm. de espesor para la plataforma, considerando que es un material liviano y de esta manera no estaríamos ejerciendo mayor peso sobre la estructura base de la ambulancia. El valor de este perfil está alrededor de los \$7.500 – \$8.000 por cada 1.5 m., y se requiere un aproximado de 10 m. de este perfil para llevar a cabo el proyecto.



Fuente: Google imágenes

Figura 3-6. Perfiles rectangulares de aluminio 40x30mm

El perfil cuadrado 2 se utilizará para hacer una base en la cual instalar el asiento del piloto. La medida de este perfil es de 20 mm. x 20 mm. con 2 mm. de espesor, el cual tiene un valor de \$7.000 por cada 40 cm.



Fuente: Google imágenes

Figura 3-7. Perfil cuadrado de aluminio 20x20 mm

3.1.5. Planchas de aluminio

Se utilizarán dos planchas de aluminio diferentes. En la estructura generada por estos perfiles, se dispondrá una plancha de aluminio diamantado de 4 mm. de espesor que irá remachada directamente a ellos, generando un soporte para uno de los asientos y la camilla de emergencias.

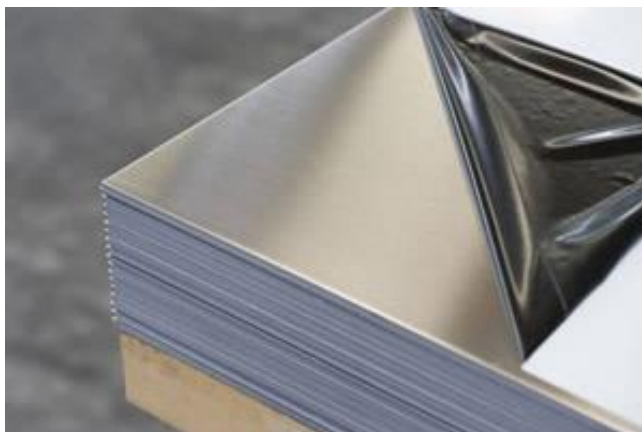
Este material vale, aproximadamente, \$90.000 por cada plancha de 1 m. x 3 m., variando según proveedor, y para este proyecto se necesitarán alrededor de 2,1 m. x 1,2 m. para completar la plataforma y el peldaño para el asiento trasero.



Fuente: <https://acerosvalval.cl/plancha-de-aluminio/>

Figura 3-8. Plancha aluminio diamantado

El otro aluminio para tener en cuenta es una plancha de aluminio liso de 4 mm. que irá directamente remachada con el bastidor perimetral, específicamente en el sector del piloto, dejando aisladas las cajas negras del exterior. Este material vale, aproximadamente, \$14.300 por cada 2 m. x 2 m.



Fuente: <https://acerosvalval.cl/plancha-de-aluminio/>

Figura 3-9. Plancha aluminio liso

3.1.6. Asientos

Los asientos por utilizar son ergonómicos y, al igual que el resto de la estructura, cuentan con la cualidad de adaptarse gracias a los rieles que posee en la base de estos, lo que permite ajustar la distancia según sea necesaria.

Un asiento de estas características está alrededor de los \$80.000. Para este proyecto se utilizarán dos: Para el piloto y para el ayudante.



Fuente: Biblioteca componentes Fusion 360

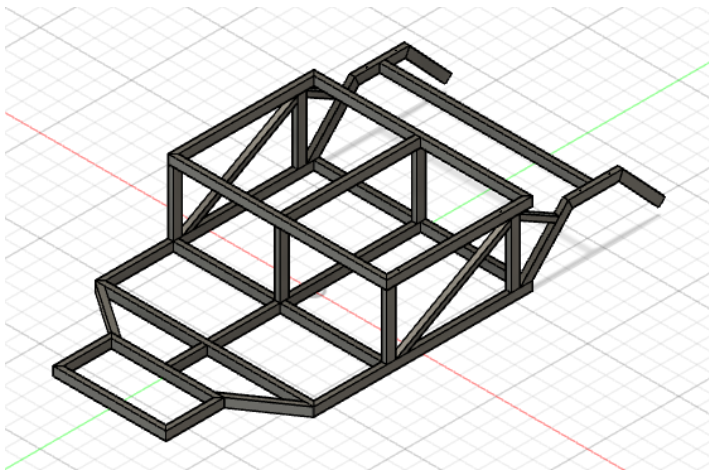
Figura 3-10. Asientos ergonómicos carrito ambulancia

3.2. DISEÑO FINAL

Teniendo en consideración los materiales y accesorios mencionados anteriormente se llevó a cabo el desarrollo de un diseño de para el carro tipo ambulancia, que contará con la adaptabilidad del bastidor, en función a los distintos accesorios que se le pueden integrar según sea el requerimiento del comprador.

El paso a paso del diseño desarrollado es el siguiente:

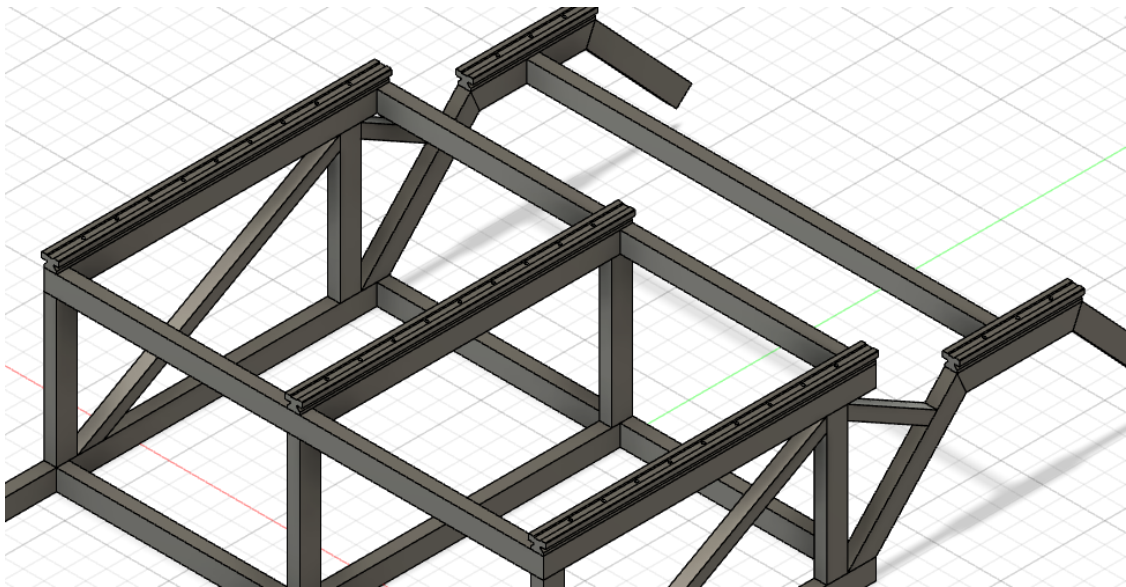
Para comenzar se dispone del chasis base en el que se trabajará para hacer una vista precisa de lo que se desea lograr.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-11. Chasis perimetral proyecto Electromovilidad Experimental

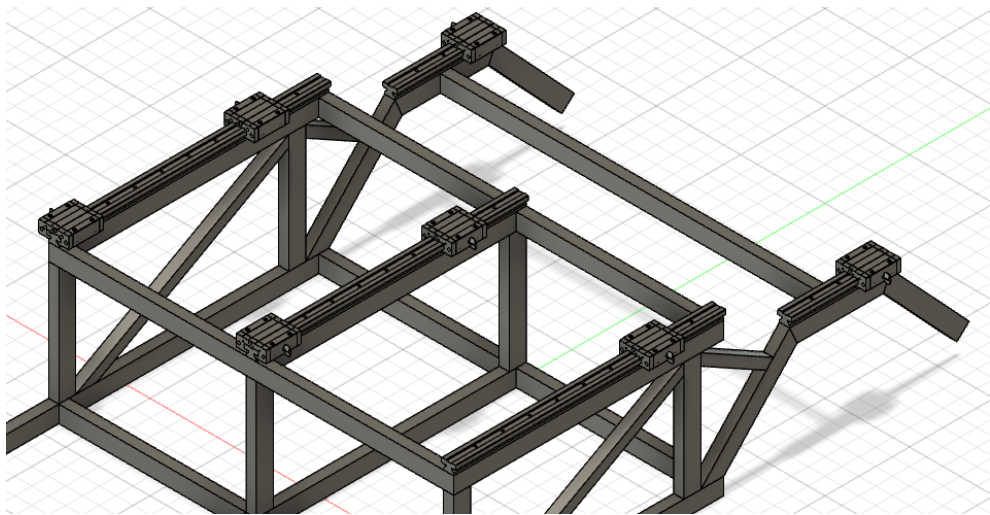
Para conservar la función de adaptabilidad del proyecto, se hará uso de los rieles antes mencionados (véase punto 3.1.3.) para así hacer uso de la movilidad de estos para variar las distancias según sea necesario.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-12. Acercamiento guías lineales en chasis perimetral

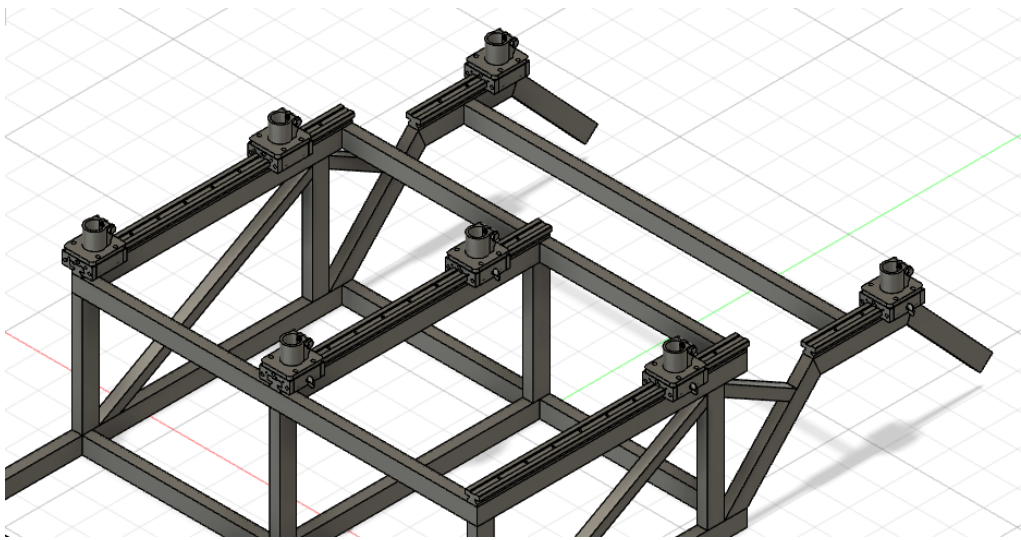
Sobre los rieles se ubican los carritos móviles y se ajusta la distancia según lo que estime conveniente dependiendo del diseño. Así mismo se bloquea la movilidad con ayuda del freno manual que viene en los carritos móviles.



Fuente: Elaboración propia

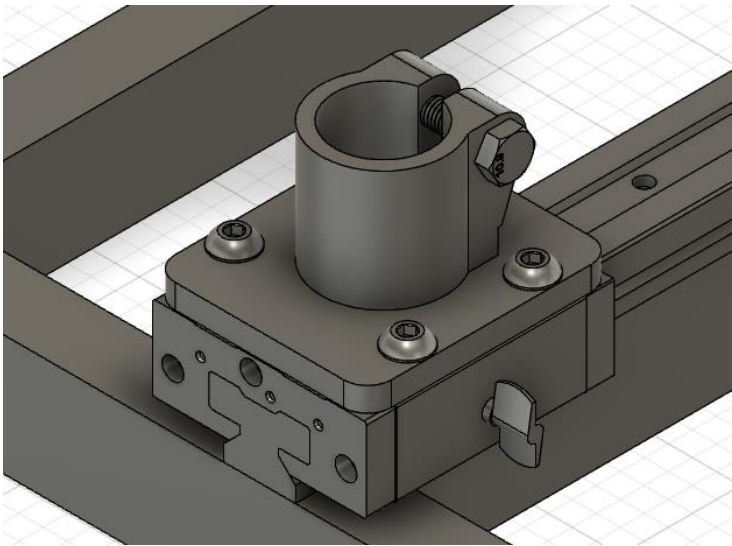
Figura 3-13. Acercamiento de carros dispuestos sobre rieles

Ya con los carritos fijos, se instalan sobre estos los soportes de tubo (véase punto 3.1.2) con ayuda de los tornillos cabeza de botón (véase tabla 3-1.) para poder fijar la estructura superior de la estructura.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-14. Acercamiento de soportes tubulares sobre rieles



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-15. Acercamiento de soportes tubulares con pernos

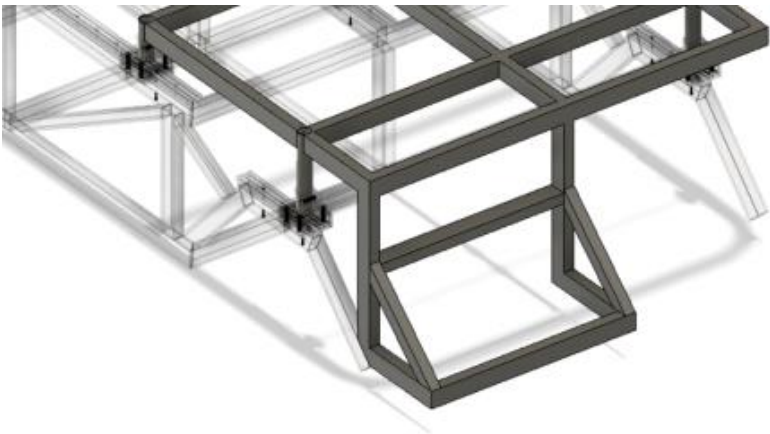
Para poder generar un soporte para la camilla que se tiene prevista, se diseñó una estructura tipo plataforma con ayuda de los perfiles rectangulares (véase punto 3.1.4.) y los perfiles redondos (véase punto 3.1.1.).



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-16. Estructura tipo plataforma para soportar camilla y asiento

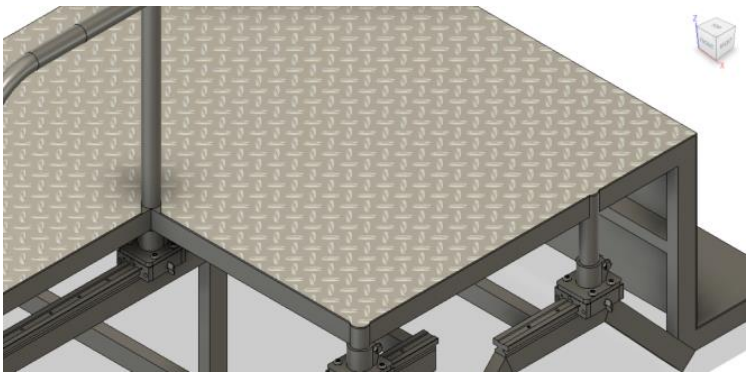
Al final de la estructura tipo plataforma, se genera un escalón tipo que ayudará a una segunda persona a subir al carro, considerando que en la parte trasera se dispondrá de un segundo asiento.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-17. Acercamiento peldaño generado en plataforma

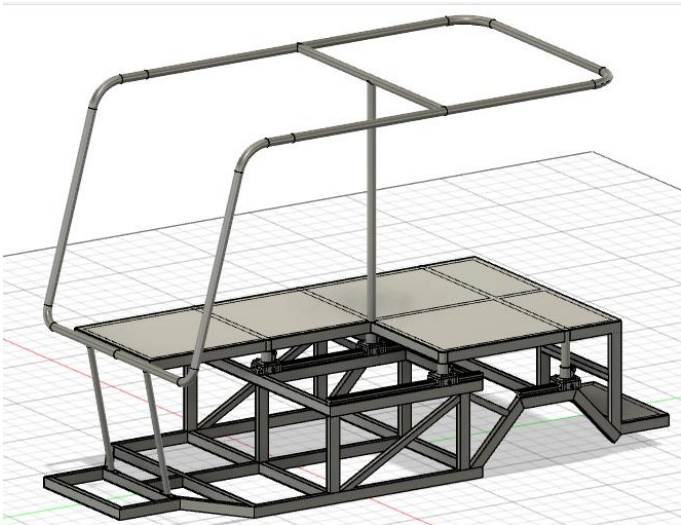
Sobre la estructura de la plataforma se hará uso de planchas de aluminio diamantado (véase punto 3.1.5.) y así evitar posibles deslizamientos de la camilla que se pondrá sobre la estructura. Este aluminio diamantado se instaló de igual medida sobre el peldaño generado para evitar deslizamientos al intentar subir al asiento trasero.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-18. Acercamiento aluminio diamantado sobre plataforma

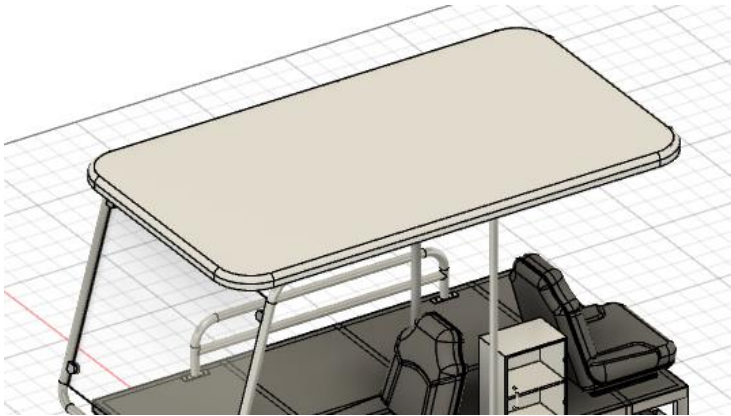
Con ayuda de los perfiles tubulares de distintos diámetros (véase punto 3.1.1.) se genera una estructura superior afirmada directamente del chasis en la parte delantera y de los soportes de tubo en la parte media de la estructura. Esta estructura superior dará opción para generar un techo y parabrisas tipo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-19. Estructura techo

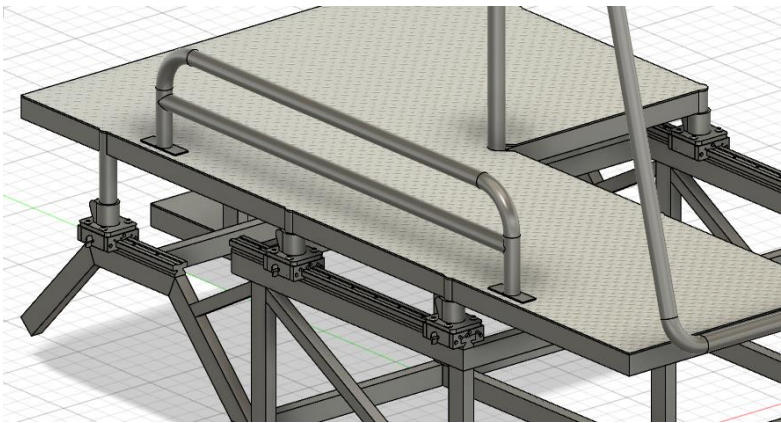
Con la estructura superior fija, se procede a incorporar la plancha de ABS que le dará la forma final al techo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-20. Estructura techo completo

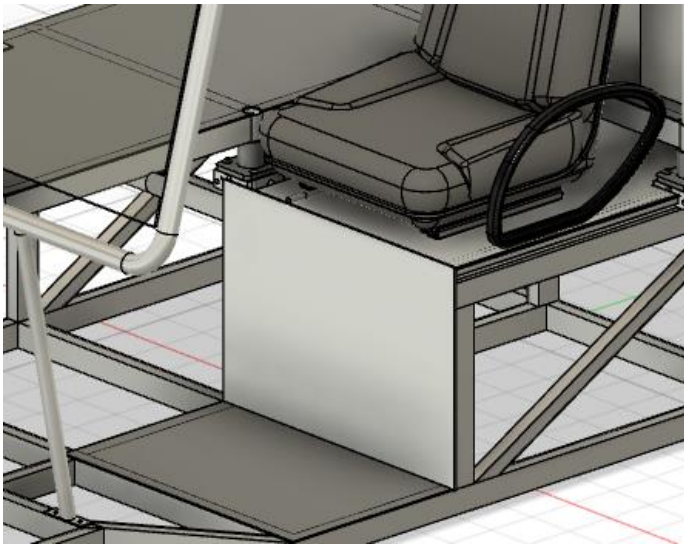
Ya con la estructura superior definida y con la plataforma instalada (considerando los espacios respectivos para la camilla y los asientos), se procede a instalar una baranda de seguridad para el sector de la camilla (véase punto 2.10.2.).



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-21. Acercamiento baranda de seguridad lateral

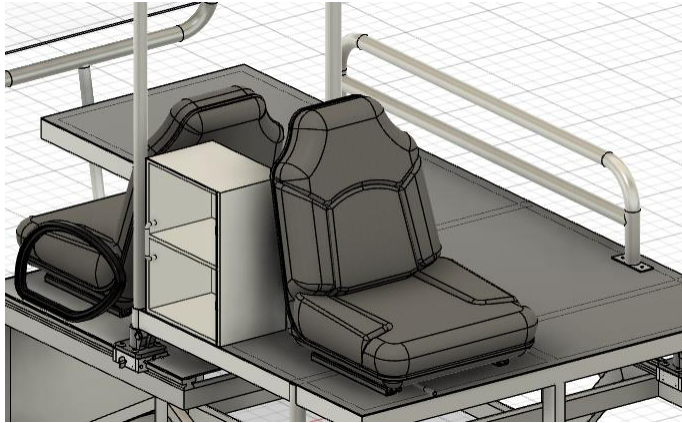
Se procede a cubrir el bloque inferior del chasis perimetral con planchas de aluminio liso, para así no dejar a la vista las cajas negras que harán uso de ese espacio y así lograr instalar el asiento del piloto.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-22. Acercamiento cubre piso

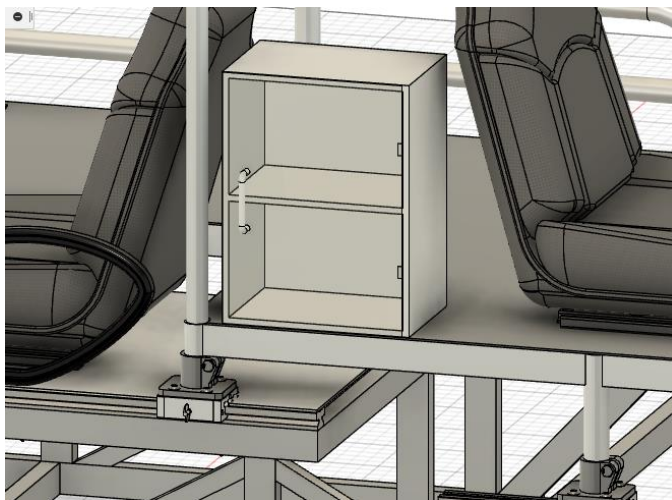
Con la estructura tipo plataforma lista con su cubierta, se proceden a instalar ambos asientos con su respectivos posa brazos (véase punto 3.1.6.). Los ocupantes de ambos asientos son los encargados de manipular la camilla que se instalará al costado del carro ambulancia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-23. Asiento trasero

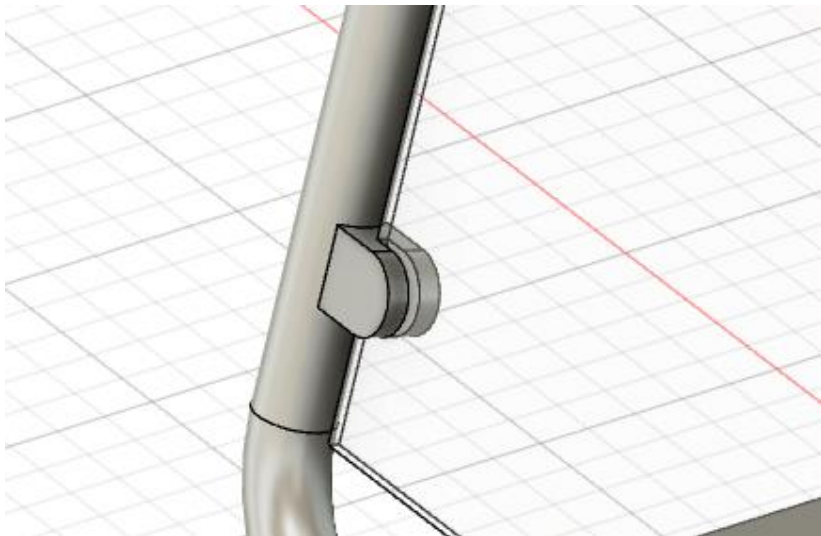
Con los asientos fijos, se hace uso del espacio entre ambos asientos para incorporar un botiquín de primeros auxilios, que se fijará directamente a la superficie de la estructura con ayuda de remaches.



Fuente: Elaboración propia

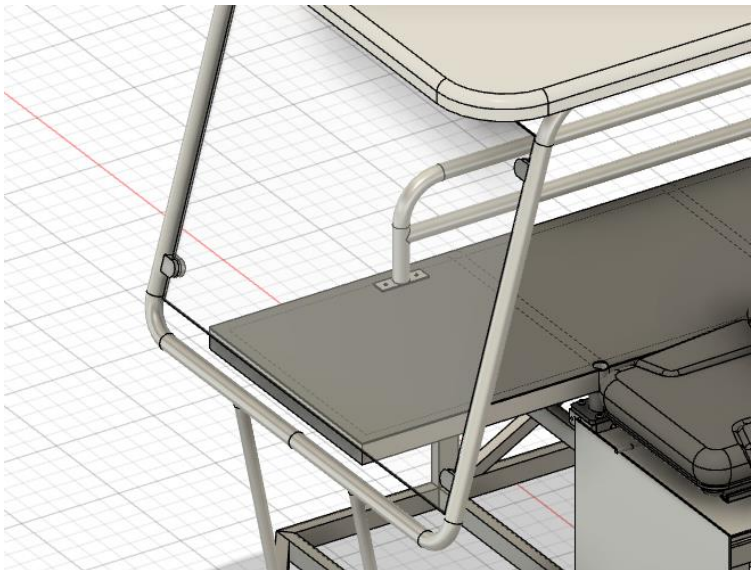
Figura 3-24. Botiquín primeros auxilios

De manera adicional, se agregan soportes de acrílico para sostener el parabrisas. Estos van directamente acoplados con la estructura superior delantera. Posterior a eso, se acomoda la plancha de acrílico.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-25. Soporte parabrisas



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-26. Parabrisas

3.3. ANÁLISIS DE ESFUERZOS

En esta sección se hará un análisis acotado de los esfuerzos que sufre una sección del modelado al momento de generar una carga distribuida en distintos puntos de este, para así tener noción de qué partes son más propensas a fallar al momento de colocar peso sobre ellas.

Antes de proceder con el análisis cabe recordar que este proyecto se establece como algo netamente conceptual, como un prototipo inicial para las condiciones de funcionalidad limitada, por esto mismo es que el análisis de esfuerzo que se genera es solamente a nivel de software, ya que dará un estimado de lo que soportará nuestro proyecto.

3.3.1. Cálculo de cargas

El primer paso para tener en cuenta en este análisis de esfuerzo es la cantidad de carga que deberá soportar el diseño. Como pensamos en una camilla para estadios se usará de referente un jugador promedio de fútbol.

En promedio los hombres pesan alrededor de 48 kilogramos por los primeros 1,52 metros de altura, y 2,7 kilogramos por cada 2,5 centímetros adicionales. Por ejemplo, un hombre de 1.80 metros de altura debería pesar alrededor de 75,5 kilogramos, con un rango de 68 kilogramos como mínimo si es de contextura delgada y 83 kilogramos como máximo si tiene bastante masa muscular.

Las mujeres, en cambio, pesan alrededor de 45 kilogramos por los primeros 1,52 metros de altura, y 2,3 kilogramos por cada 2,5 centímetros adicionales. Por ejemplo, una mujer de 1,70 metros de altura debería pesar aproximadamente 59 kilogramos, con un rango de 53 kilogramos como mínimo si es de contextura delgada, y 65 kilogramos como máximo si tiene bastante masa muscular.

Para dejar un margen de error, se generará un análisis de esfuerzo en función a un peso promedio por usuario de 100 kilogramos (980,7 Newton), teniendo en consideración la variación de alturas pesos entre usuarios mujer y hombre que puedan hacer uso de la camilla, tanto como conductor, ayudante u ocupante de camilla. Como la ambulancia será ocupada por tres personas, se hará en análisis en función a la carga generada por tres ocupantes de 100 kilogramos, lo que resulta en 300 kilogramos (420,285 Newton). Así mismo se calculará la carga que genera la estructura superior, la cual es soportada por para

uno de los rieles, que tiene un peso aproximado de 10 kilogramos (14,01 Newton). La carga se distribuirá en ambos asientos y a lo largo del área de la camilla, lo cual dará una carga aproximada de 434,3 Newton.

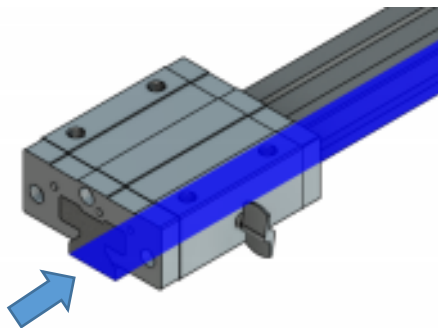
3.3.2. Software de análisis

Para el análisis se hará uso del software Autodesk Fusion 360, que está especializado en modelado 3D y simulaciones para análisis de esfuerzo.

Para este modelado se hará el análisis a una pequeña parte del diseño, ya que el resto de la estructura es despreciable para en análisis de esfuerzos. La sección que más sufre por las cargas serían los rieles y los carros, ya que en estos recae todo el peso de la estructura y de los ocupantes de la ambulancia.

Para este modelo se hace uso de 5 rieles, dos cortos y tres largos. Dos de los rieles largos poseen dos carritos en ellos, el otro largo sólo cuenta con uno, mientras que los dos rieles cortos solo llevan un carrito sobre cada uno.

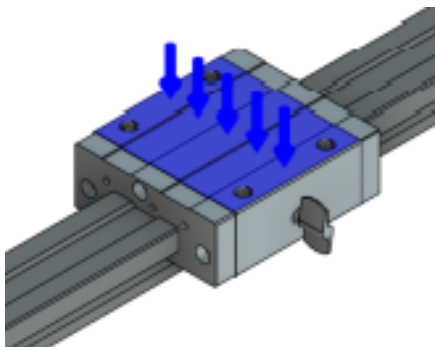
Todos los rieles se fijarán de la misma manera y se realizará el esfuerzo en los mismos sectores y con la misma magnitud. Para el caso de la fijación se tomará la cara inferior del riel, teniendo en cuenta que esa cara está en contacto directo con el bastidor.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-27. Fijación de rieles

Para las cargas se ocupará las mismas magnitudes sobre cada uno de los carros, ya que en ese sector es donde recae toda la fuerza aplicada (434,3 N) y, por obvias razones, es la pieza que debemos confirmar que soportará dicho peso sin fallar.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-28. Fuerza generada

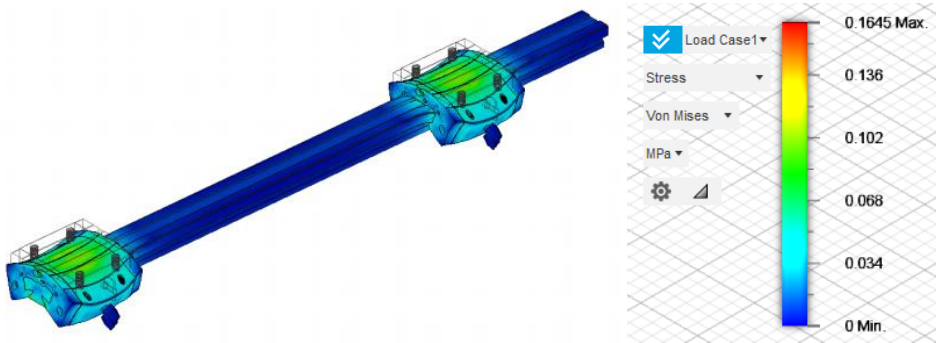
Así mismo, se agregará la magnitud correspondiente a la gravedad en el modelado, para que cada análisis sea lo más parecido posible a una condición real.

Hay que tener claro que todas las simulaciones a nivel visual son más exageradas en comparación a la realidad, y que son así exclusivamente para dar una ejemplificación de cómo reaccionará el objeto luego de dichas cargas.

Con esto claro, se realizarán los tres análisis de esfuerzo mencionados anteriormente:

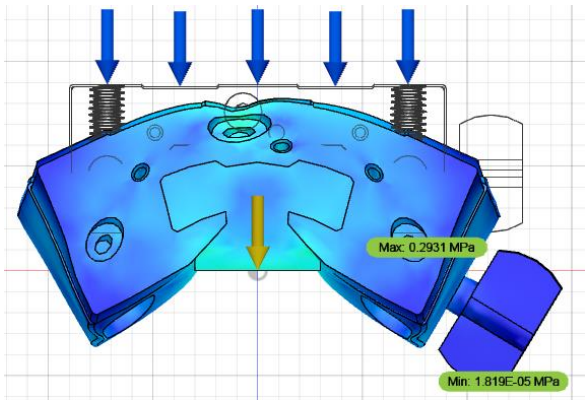
3.3.2.1. Rieles largos con dos carros

- Von Mises: Indica los sectores que son más propensos al fallo luego de generar la simulación. En la siguiente imagen los sectores más propensos al fallo son los que se encuentran con colores más claros.



Fuente: Elaboración propia

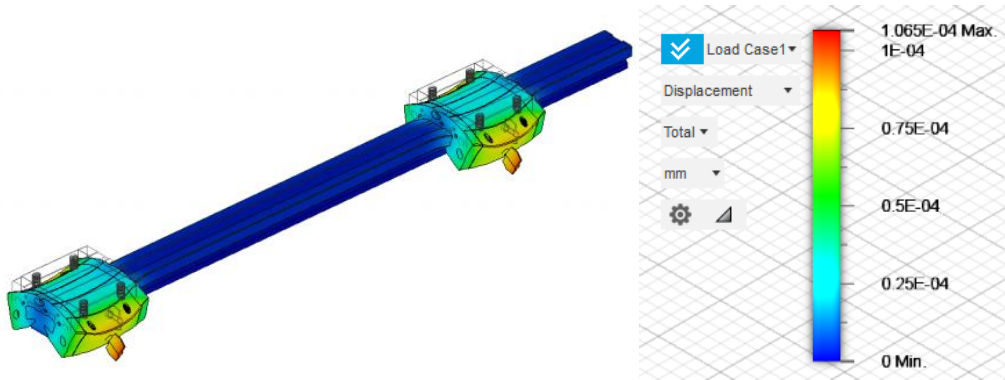
Figura 3-29. Perspectiva análisis de esfuerzo Von Mises riel 1



Fuente: Elaboración propia

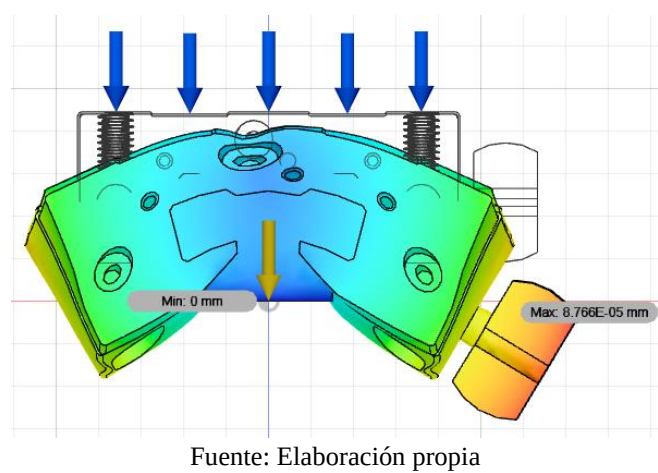
Figura 3-30. Vista frontal Von Mises riel 1

- Desplazamiento: Los resultados muestran la forma deformada del modelo después de aplicar la solución. Permite indicar la magnitud de la deformación con respecto a la forma original. En las imágenes a continuación se logran ver los sectores que sufren mayor desplazamiento al momento de general esfuerzo, que están de color rojizo. La tabla arroja que el menor desplazamiento se genera en los sectores azules, con un desplazamiento del 0 mm., mientras que el mayor desplazamiento que se produjo en el conjunto fue de 0,0001065 mm.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-31. Perspectiva desplazamiento riel 1

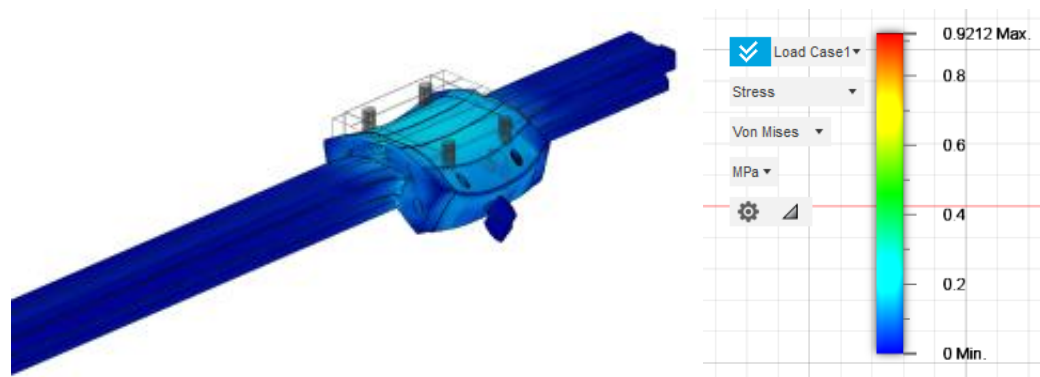


Fuente: Elaboración propia

Figura 3-32. Vista frontal desplazamiento riel 1

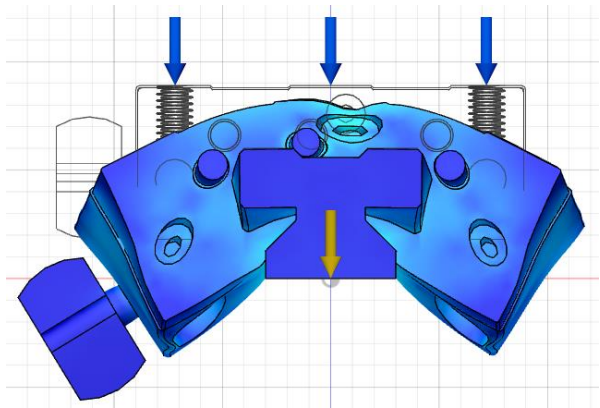
3.3.2.2. Riel largo con un carro

- Von Mises: En base a la carga generada mencionada anteriormente (véase punto 3.3.1.) se logra descifrar que el esfuerzo máximo al que llega el carro es de 0,9212 MPa, y es en las fracciones más internas de este.



Fuente: Elaboración propia

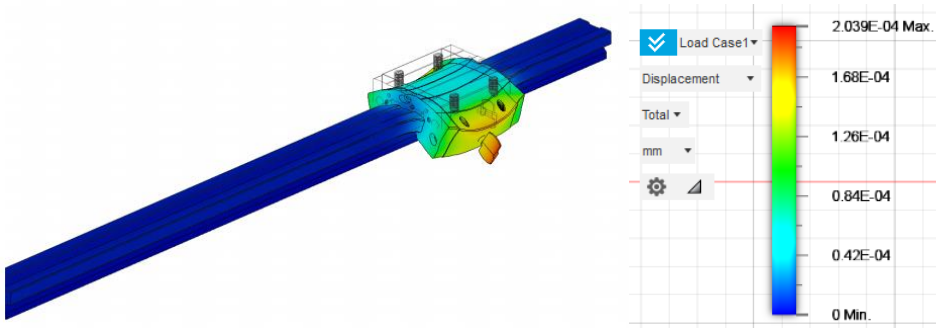
Figura 3-33. Perspectiva análisis de esfuerzo Von Mises riel 2



Fuente: Elaboración propia

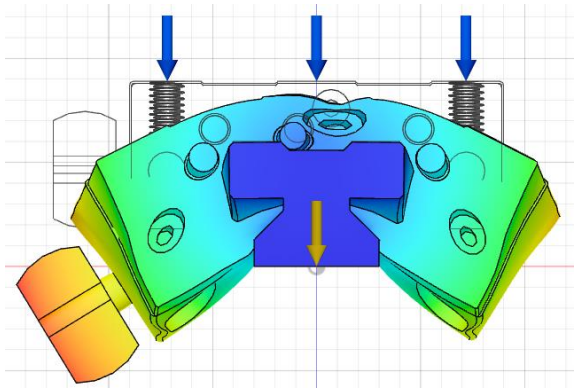
Figura 3-34. Vista frontal Von Mises riel 2

- Desplazamiento: El mayor desplazamiento que sufre el carro al momento de aplicar las cargas es en los extremos, sufriendo una variación de 0,0002039 mm.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-35. Perspectiva desplazamiento riel 2

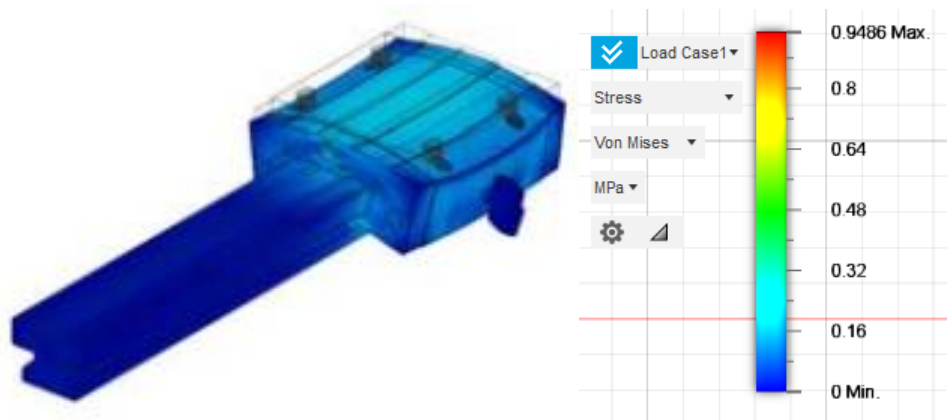


Fuente: Elaboración propia

Figura 3-36. Vista frontal desplazamiento riel 2

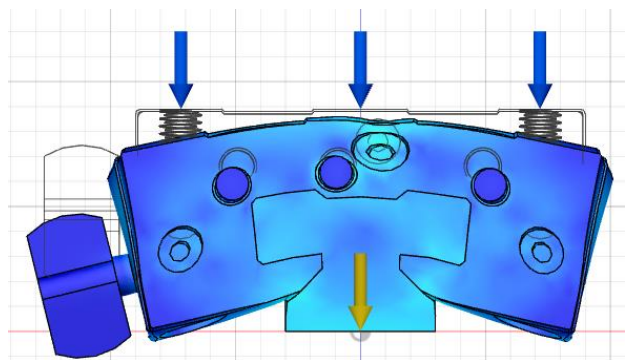
3.3.2.3. Riel corto con un carro

- Von Mises: Al generar la carga sobre este riel, el esfuerzo máximo que logra el carro, en función al peso previamente estimado, es de 0,9486 MPa.



Fuente: Elaboración propia

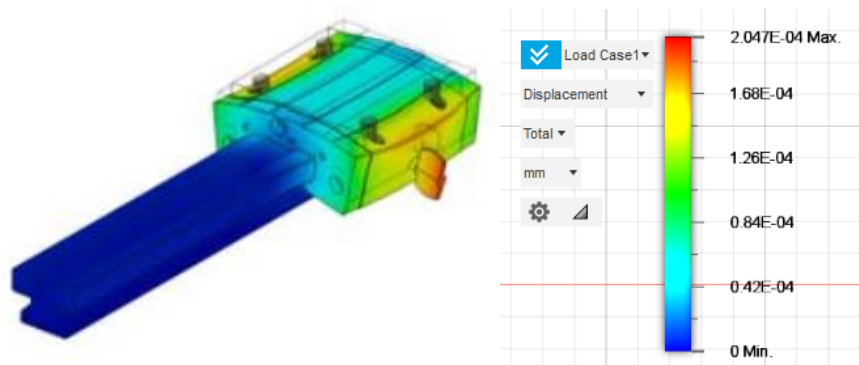
Figura 3-37. Perspectiva análisis de esfuerzo Von Mises riel 3



Fuente: Elaboración propia

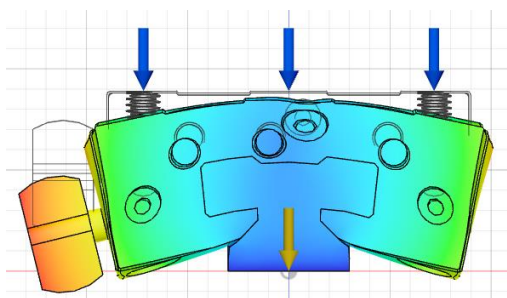
Figura 3-38. Vista frontal Von Mises riel 3

- Desplazamiento: El mayor desplazamiento que sufre el carro es en los costados de este, en el que sufre una variación máxima de 0,0002047 mm.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-39. Perspectiva desplazamiento riel 3



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-40. Vista frontal desplazamiento riel 3

3.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Al tener los resultados de cada uno de los análisis, se genera una comparación para ver las diferencias de los resultados. En la siguiente tabla (tabla 3-3.) se aprecia el resumen de cada uno de los valores:

Tabla 3-3. Resumen de valores máximos de análisis

Comparación valor máximo	Riel largo con dos carros	Riel largo con un carro	Riel corto con un carro
Von mises	0,1645 MPa	0,9212 MPa	0,9486 MPa
Desplazamiento	1,065x10 ⁻⁴ mm.	2,039x10 ⁻⁴ mm.	2,047x10 ⁻⁴ mm.

Fuente: elaboración propia en base a datos arrojados por software

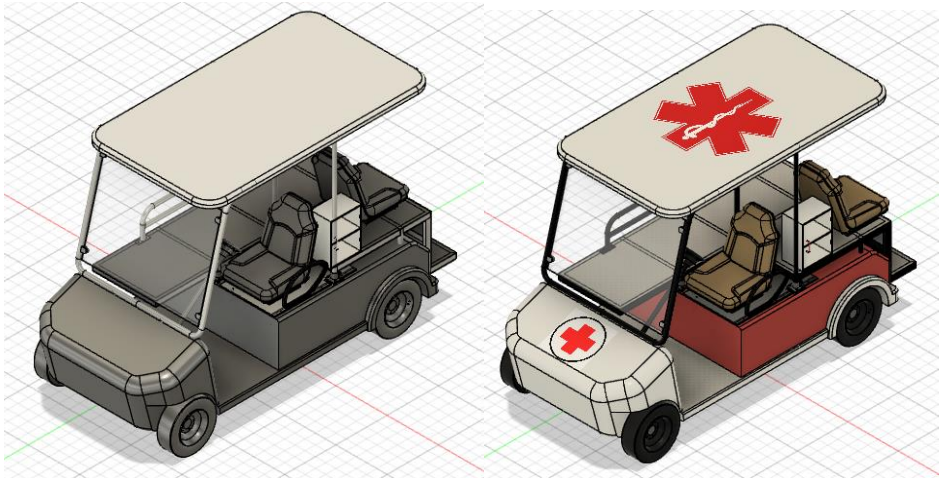
De acuerdo con los datos entregados por el software se puede concluir lo siguiente:

- La tensión equivalente en Von Mises calculada (en base a la carga en función a la cantidad de ocupantes del carro y de la estructura superior previamente calculado) es totalmente inferior a la tensión admisible del material de los carros y del riel (acero fundido). Para esto debemos saber que el esfuerzo admisible se da en función al límite de fluencia del material, y en el caso del acero fundido del que están hechas estas piezas es de 172 MPa. Teniendo en consideración que la tensión equivalente máxima en Von Mises que alcanzan las piezas no llegan a ser 1 MPa, podemos deducir que el sistema en sí está totalmente dispuesto para soportar las cargas previamente calculadas, ya que solamente alcanza en un 0,6% del total que puede soportar.
- El desplazamiento equivalente calculado es menor a 1 mm., por mucho, lo que técnicamente lo hace despreciable. Por lo tanto, está capacitado para aguantar perfectamente dicha carga aplicada.

El análisis y cálculo realizado logra verificar que el conjunto cumple satisfactoriamente con los requerimientos de resistencia en forma estática necesarios para cumplir con las normas establecidas.

3.5. **RENDERIZADO FINAL**

A continuación, se mostrará una idea de lo que se quiere lograr sobre el resultado final del diseño del carro ambulancia, con los complementos faltantes, y con los materiales aplicados para un fotomontaje óptimo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-41. Modelado final carro ambulancia

Así mismo, se generaron renders para ejemplificar la usabilidad de este tipo de carro, tanto para piloto, copiloto y lesionado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-42. Usabilidad piloto carro ambulancia



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-43. Usabilidad ocupante trasero y lesionado carrito ambulancia

3.5.1. Fotomontaje

Para dar una referencia de cómo se vería dicho diseño en la realidad, se generaron un par de fotomontajes para simular los materiales y la reflexión de la luz sobre este.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-44. Fotomontaje 1 carro ambulancia 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-45. Fotomontaje 2 carro ambulancia 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-46. Fotomontaje 1 carro ambulancia 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-47. Fotomontaje 2 carro ambulancia 2

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS FINANCIERO

4. PROYECCIÓN

En este capítulo se realizará un ejercicio de evaluación económica, con el objetivo de identificar si la ejecución del proyecto es conveniente de realizar. Como ya fue comentado en los capítulos anteriores, el fin de este proyecto es netamente académico e investigativo, por lo cual no se busca competir en un mercado. Es por esto que no existe información de un mercado para este prototipo, como lo son la demanda, competencia y oportunidades.

Es por esto por lo que, para poder llevar a cabo este ejercicio, se planteará un escenario ficticio de mercado en base a los siguientes supuestos:

- Demanda del mercado
- Margen de ganancia
- Horizonte temporal del proyecto
- Tasa de interés
- Porcentaje de financiamiento
- Tasa de rentabilidad de la inversión

Para establecer este escenario se usará un mercado similar que nos permitirá determinar los datos necesarios para la evaluación. Para lograr establecer la demanda se utilizará como referente la cantidad de establecimientos deportivos tipo canchas debido a que son bienes complementarios.

Es importante destacar que los costos utilizados en los cálculos serán los reales, es decir, corresponde a los costos incurridos en la fabricación del prototipo del chasis.

4.1. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

Como ya fue mencionado, se utilizará un escenario ficticio para realizar la evaluación del proyecto. Desde un punto de vista económico, la demanda es la cantidad de un producto o servicio que sea solicitada por las personas a un precio determinado. Por su parte, la estimación de la demanda es la predicción de la forma futura de la demanda de un producto. Para comenzar con el análisis financiero y poder saber cómo se comportará el proyecto a lo largo del tiempo, se debe estimar el mercado relevante y el número de

habitantes que podría comprar el producto para así tener una estimación de cuánto sería la demanda correspondiente.

4.1.1. Mercado relevante

El mercado relevante es aquel que incluye todos los productos y firmas entre los cuales existe una competencia cercana. Es decir, considera todos los bienes y servicios que, a ojos del consumidor, son cercanos sustitutivos. Además, se toma en cuenta a todas las firmas que producen o que podrían fácilmente comenzar a producir los mismos bienes o servicios.

Para el caso del carro ambulancia se tiene en consideración específicamente la cantidad de recintos deportivos a nivel nacional, especialmente de los estadios deportivos.

Tabla 4-1. Datos recintos deportivos a nivel nacional

Regiones	Recintos deportivos	Cancha o multicancha
Arica	3	1
Tarapacá	5	2
Antofagasta	19	18
Atacama	12	6
Coquimbo	15	10
Valparaíso	25	14
Santiago	151	79
Bernardo O’Higgins	5	3
Maule	19	15
Ñuble	3	1
Biobío	17	9
Araucanía	21	10
Los ríos	14	2
Los lagos	29	11
Aysén	20	6
Magallanes	9	2
TOTAL	367	189

Fuente: <https://www.ind.cl/directorio-de-recintos-deportivos/>

Cabe destacar que la calidad del diseño esperado se encuentra en fase de prueba, con posibles estándares de calidad y seguridad que se desconocen en comparación a los de un chasis para un vehículo eléctrico, por lo que este ejercicio sólo tiene validez en este contexto de escenario ficticio, ya que son necesarias las fabricaciones del prototipo respectivo para generar pruebas para su análisis de resistencia, como también certificación de soldadura, entre otros. Estas variables influirán en el costo del proyecto, los cuales no se considerarán en el ejercicio.

4.1.2. Cuota de mercado

La cuota de mercado es la proporción de mercado que consume los productos o servicios de una empresa determinada. Dicho de otra forma, es el porcentaje de consumo (respecto al total consumido) que vende nuestra empresa.

De la tabla anterior (punto 4.1.1.) se puede destacar que, del total de 367 recintos de carácter deportivo, 189 de ellos consisten en canchas o multicanchas de pasto. Este es el principal enfoque de nuestro proyecto (sin tomar en cuenta los distintos recintos en los que se pueden hacer uso de este carro tipo ambulancia), por lo que podemos considerar que nuestra cuota de mercado serían esas 189 canchas deportivas, pero en una estimación más realista nos centraremos solamente en los sectores de la región de Valparaíso (en la cual se desarrollaría el proyecto) y la región metropolitana (que es la más cercana colindante). Por ende, nuestra cuota de mercado se centrará, al menos para este ejercicio, exclusivamente en los 93 recintos tipo cancha o multicancha que se encuentran entre ambas regiones.

4.2. CRITERIOS DE CRECIMIENTO

Si una empresa quiere perdurar competitivamente en el mercado debe plantearse de forma constante el desarrollo de estrategias de crecimiento, pero no sólo para mejorar las ventas, la cuota de mercado, el beneficio o el tamaño de la organización, sino también para sobrevivir a los ataques de la competencia, gracias a las economías de escala y a los efectos experiencia que ofrece.

En este ítem se establecerán todos los elementos para desarrollar el flujo de caja final para determinar el crecimiento o desarrollo a futuro en el mercado de nuestro producto.

4.2.1. Estructura de costos del producto

La estructura de costes se refiere a la proporción que cada factor o servicio productivo representa del coste total o de cada unidad. Desde el punto de vista de la teoría de la producción se estudia la participación de los principales costos del proyecto, que se dividen en costos fijos, costos variables y gastos administrativos.

4.2.1.1. Costos fijos

Los costos fijos corresponden a todos aquellos gastos que siempre deberás pagar, independiente del nivel de producción de tu negocio. Estos gastos que, no varían en el tiempo, los consideraremos como el arriendo, consumo de electricidad, consumo de agua, internet, licencias y seguros.

Tabla 4-2. Costos fijos

Costos fijos	Mensual	Anual
Arriendo	\$320.000	\$3.840.000
Electricidad	\$140.000	\$1.680.000
Agua	\$30.000	\$360.000
Internet	\$30.000	\$360.000
Licencias Software	-	\$1.000.000
Seguros	\$35.000	\$420.000
TOTAL		\$7.660.000

Fuente: Elaboración propia basado en datos estimados

4.2.1.2. Costos variables

Los costos variables son aquellos que se modifican de acuerdo con variaciones del volumen de producción, es decir, si el nivel de actividad decrece, estos costos decrecen, mientras que, si el nivel de actividad aumenta, también lo hace esta clase de costos.

Para la fabricación de un solo carro ambulancia se estima un costo aproximado como el que se muestra a continuación (considerando que los valores de cada uno de los componentes son al detalle):

Tabla 4-3. Costos variables

Costos fijos	Costo Unidad	Cantidad	Costo Total
Perfil tubular 1	\$5.990	10,2 m	\$61.100
Perfil tubular 2	\$2.334	38,1 m	\$88.900
Perfil tubular 3	\$2.196	1 m	\$2.196
Soporte Tubo	\$6.890	7 u	\$48.230
Riel	\$27.900	4,3 m	\$119.970
Carro	\$6.500	3 u + (4)	\$19.500
Perfil rectangular	\$8.000	6,7 m	\$53.340
Pernos riel	\$500	10 u	\$5.000
Golillas riel	\$54	10 u	\$540
Tuercas riel	\$21	10 u	\$210
Pernos carros	\$500	28 u	\$14.000
Golillas carro	\$40	28 u	\$1.120
Tuercas carro	\$225	28 u	\$6.300
Aluminio diamantado	\$90.000	2 u	\$180.000
Aluminio liso	\$14.300	1u	\$14.300
Asientos	\$80.000	2 u	\$160.000
Sistema interno	\$278.090	1 u	\$278.090
Bastidor perimetral	\$58.513	1 u	\$58.513
Carrocería	\$540.000	1 u	\$540.000
TOTAL			\$1.651.309

Fuente: Elaboración propia basado en cotizaciones

4.2.1.3. Gastos administrativos

Los gastos administrativos son los que no se pueden vincular directamente con la actividad económica que desarrolla la empresa, dentro de los procesos de fabricación, producción o ventas.

Los gastos administrativos no son necesarios para el funcionamiento de una empresa, pero sí se encargarán de aumentar la eficiencia de dicha compañía.

Para este proyecto, los gastos administrativos son los siguientes:

Tabla 4-4. Gastos administrativos

Puesto	Cantidad	Sueldo bruto mensual	Sueldo bruto anual
Administrador	1	\$700.000	\$8.400.000
Diseñador industrial	1	\$500.000	\$6.000.000
Contador	1	\$25.000	\$300.000
Operador ensamble	2	\$450.000	\$10.800.000
Soldador	2	\$420.000	\$10.080.000
Control de calidad	1	\$500.000	\$6.000.000
Personal de aseo	1	\$350.000	\$4.200.000
Publicidad y marketing	1	\$100.000	\$1.200.000
TOTAL			\$46.980.189

Fuente: Elaboración propia, basados en cotizaciones

4.2.2. Cálculo de depreciaciones

Los activos que se pueden llegar a despreciar serán mostrados en la tabla 4-5 mediante la obtención de los datos de la tabla de vida útil de los activos en la página de SII para bienes físicos del activo inmovilizado, según Resolución N°43, de 26-12-2002, con vigencia a partir del 01-01-2003². En este proyecto se hará uso de la depreciación acelerada.

² Nueva tabla de vida útil de los bienes físicos del activo inmovilizado, SII: <http://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/tabla_vida_enero.htm>

Tabla 4-5. Depreciación de activos del proyecto

Activos	Cant.	Valor Unit.	Sub. Total	V. útil	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Galpón	1	\$3.000.000	\$3.000.000	6	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000
Camión Pequeño	1	\$11.000.000	\$11.000.000	5	\$2.200.000	\$2.200.000	\$2.200.000	\$2.200.000	\$2.200.000	
Sist. computacionales	2	\$900.000	\$1.800.000	2	\$900.000	\$900.000				
Microondas - refrigerador	2	\$150.000	\$300.000	2	\$150.000	\$150.000				
Muebles	5	\$100.000	\$500.000	2	\$250.000	\$250.000				
Útiles de oficina	1	\$200.000	\$200.000	2	\$100.000	\$100.000				
Soldadora	2	\$190.000	\$380.000	2	\$190.000	\$190.000				
Herramientas livianas	9	\$15.000	\$135.000	2	\$67.500	\$67.500				
Equipos de vigilancia	3	\$50.000	\$150.000	2	\$75.000	\$75.000				
Maquinaria y equipo general	4	\$8.000.000	\$32.000.000	1	\$32.000.000					
Extintores	5	\$20.000	\$100.000	1	\$100.000					
TOTAL		\$23.625.000	\$49.565.000	-	\$36.532.500	\$4.432.500	\$2.700.000	\$2.700.000	\$2.700.000	\$500.000

Fuente: Elaboración propia basado en cotizaciones

4.2.3. Inversión inicial

La inversión inicial en una empresa o capital inicial es el dinero que necesita el propietario de esa empresa para iniciar el negocio. Este dinero se utiliza para cubrir los costos iniciales, tales como la compra del edificio, compra de equipos y suministros, y la contratación de empleados.

Tabla 4-6. Inversión inicial del proyecto

INVERSIÓN INICIAL	COSTO
Activos tangibles	\$49.565.000
Activos intangibles	\$2.000.000
I + D	\$3.000.000
TOTAL	\$54.565.000

Fuente: Elaboración propia a base de datos estimados

4.2.4. Préstamo

Un préstamo es una operación financiera por la cual un prestamista otorga mediante un contrato o acuerdo entre las partes una cantidad de dinero a un prestatario a cambio de la obtención de un interés.

Para poder solicitar un préstamo y dar inicio al proyecto se debe tener en cuenta los gastos iniciales, tales como la inversión inicial, gastos administrativos anuales y costos fijos anuales.

El préstamo solicitado para el proyecto (considerando los puntos mencionados anteriormente) es de \$105.000.000. Estimando la tasa anual de 19,56% según Banco Santander³, en la tabla 4-7 se mostrará la amortización correspondiente y los datos del pago al préstamo solicitado.

³ Simulación crédito de consumo, SANTANDER :< https://www.santander.cl/simuladores/personas/credito_consumo/simulacion.asp>

Tabla 4-7. Amortización del préstamo

Préstamo	\$105.000.000				
Interés Anual	19,56%				
Periodo	5 años				
Cuota Fija	\$34.770.512				
Años	Saldo inicial	Cuota fija	Interés	Amortización	Saldo final
0					\$105.000.000
1	\$105.000.000	\$34.770.512	\$20.538.000	\$14.232.512	\$90.767.488
2	\$90.767.488	\$34.770.512	\$17.754.121	\$17.016.391	\$73.751.097
3	\$73.751.097	\$34.770.512	\$14.425.715	\$20.344.797	\$53.406.300
4	\$53.406.300	\$34.770.512	\$10.446.272	\$24.324.239	\$29.082.061
5	\$29.082.061	\$34.770.512	\$5.688.451	\$29.082.061	\$0

Fuente: Elaboración propia a base de datos estimados

El préstamo solicitado será pagado a lo largo de 5 años según muestra la tabla 4-7 de amortización, que es lo solicitado por el banco al momento de pedir el préstamo. Se puede observar cómo el interés va bajando al pasar de los años versus la amortización que va aumentando, quedando pagado por completo el préstamo al final de los 5 años, teniendo una cuota fija anual de \$34.770.512.

4.3. CRITERIO DE FIJACIÓN DE PRECIO

La fijación de precios es el proceso mediante el cual una empresa establece el precio al que venderá sus productos y servicios, y puede ser parte del plan de marketing de la empresa.

El precio del producto será establecido por dos criterios, el cual el promedio de ambos será la proyección del precio final, obtenido además los ingresos por venta que tendrá el proyecto.

En base a lo expuesto anteriormente en la estructura de costos es que se calcula cuánto cuesta fabricar un chasis, contemplando todo lo que se necesita para la producción de una unidad.

4.3.1. Relación entre costos y margen esperado

En este proyecto para establecer un precio en base a los costos y margen esperado, se toma en consideración el modelo 3D, el embalaje, materiales, traslado y mano de obra (véase el punto 4.2.1.2.), además se contempla un factor de ajuste del 2%. A continuación, en la tabla 4-8, se muestra el costo neto del producto.

Tabla 4-8. Precio establecido en base a costos

Costo base	Reajuste 2%	Costo neto 1,6	Costo neto redondeado
\$1.651.309	\$1.684.336	\$2.694.938	\$2.700.000

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos por costos del proyecto

4.3.2. Relación al precio del mercado

Dentro del mercado existe una amplia gama de este tipo de vehículos, ya que este modelo es muy utilizado en campos de golf específicamente. Así mismo, ese carro de golf sufre modificaciones para hacer de él un carro tipo ambulancia sencillo para traslados acotados. Teniendo eso en consideración es que se desarrolló la tabla 4-9, comparando los valores más bajos del mercado, ya que nuestro carro pretende ser una opción económica dentro del rubro.

Tabla 4-9. Precio comparativo del mercado

Empresa	Modelo	Valor
Sunnyroad		\$2.970.000

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones

Tabla 4-9. Precio comparativo del mercado (continuación)

Empresa	Modelo	Valor
Mandy Zeng		\$3.450.000
Kevin Song		\$3.980.000
Helen Xiong		\$3.220.000

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones

Tras sacar el promedio entre las cuatro propuestas mencionadas, da un valor según el mercado de \$3.405.000. Teniendo este valor, podremos sacar un promedio entre el resultado reciente y el costo neto redondeado calculado anteriormente (véase punto 4.3.1.), lo que nos da un valor de venta de \$3.052.500.

4.4. PRONOSTICO DE SUSTENTABILIDAD DEL PROYECTO

En este punto se verá cómo crece el mercado y cuánto crecen las ventas del proyecto en un determinado periodo de tiempo. Para esto mismo se calculará el punto de equilibrio, el cual es el punto donde los ingresos totales de la empresa son iguales a los costos totales, es decir, la empresa no obtiene utilidad ni pérdida.

El punto de equilibrio es una referencia importante para el empresario, ya que con él puede saber cuál es la cantidad mínima que se debe producir para estar en equilibrio. Esta es una técnica útil para estudiar las relaciones entre los costos variables, costos fijos y los beneficios.

4.4.1. Crecimiento del mercado

Como se vio en el punto 4.1.1., el proyecto está enfocado para abarcar la región de Valparaíso y la región Metropolitana (que es la región con más recintos tipo cancha o multicancha del país según los datos mostrados en la tabla 4-1.), que son 93 recintos en total, y lentamente expandirse a lo largo de Chile.

4.4.2. Proyección del ingreso por venta

Para realizar la proyección del ingreso por venta se calculará el punto de equilibrio, que es un indicador necesario para calcular no solo la eficiencia de las operaciones de una empresa, sino el volumen de ventas netas necesarias para que en un negocio no se gane ni se pierda. Para esto se efectuará la siguiente formula⁴ 4-1:

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{CF}{(Pv - Cv)}$$

Fórmula 4-1.

Donde:

- CF: Costos Fijos (véase en el punto 4.2.1.1.)
- Pv: Precio de venta unitario (véase en el punto 4.3.2.)
- Cv: Costo variable unitario (véase en el punto 4.2.1.2)

⁴ Fuente de fórmula: <<https://www.pqs.pe/tu-negocio/caso-practico-para-calculiar-el-punto-de-equilibrio-de-tu-empresa>>

Desarrollo:

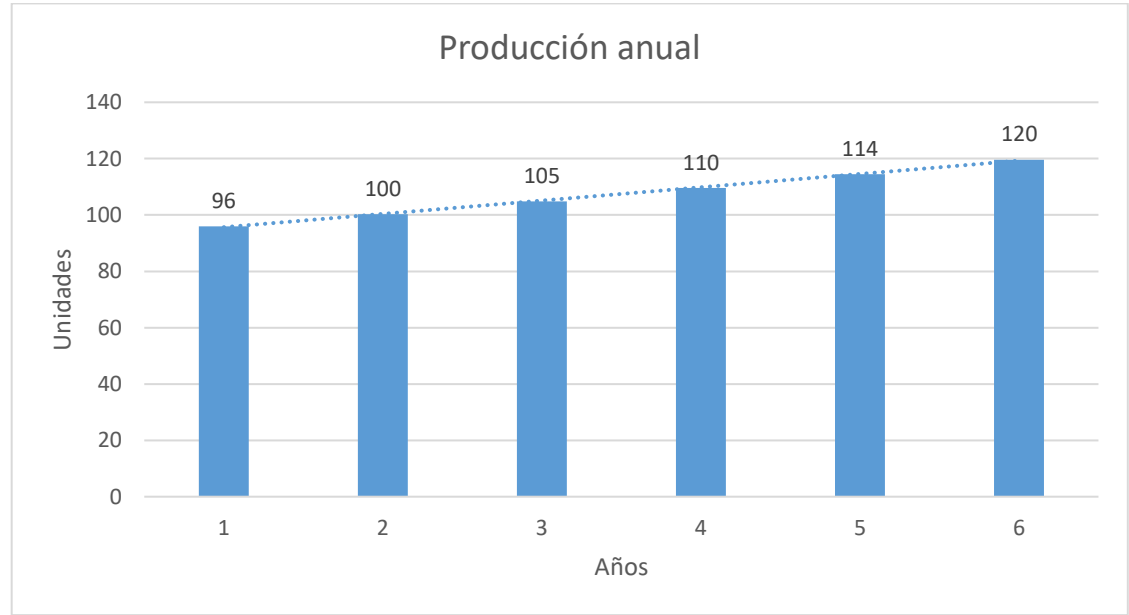
Punto de equilibrio = $\frac{7.660.000}{(3.052.500-1.651.309)}$

Punto de equilibrio = $\frac{7.660.000}{1.401.191}$

Punto de equilibrio = **5,46**

Al realizar el cálculo, arrojó que el punto de equilibrio son 6 unidades al mes (5,46), esto quiere decir que, si se produce esa cantidad de unidades en el periodo de tiempo de 31 días, la utilidad antes del interés e impuestos debe ser igual a 0. Si se producen menos de esa cantidad mensual se tiene una pérdida operativa, que es cuando los gastos operativos exceden a los ingresos. Si se producen más de esas unidades (que sería un caso ideal para sacar adelante el proyecto) se tendrían utilidades positivas.

El precio fijado para el proyecto es de \$3.052.500, y las unidades que se estima vender al año son de 96 con un crecimiento del 4,5%, por lo cual los ingresos proyectados en los próximos seis años son los siguientes:



Fuente: Elaboración propia en base a datos estimados

Gráfico 4-1. Unidades producidas anualmente con crecimiento del 4,5%



Fuente: Elaboración propia en base a datos estimados

Gráfico 4-2. Ventas anuales con crecimiento del 4,5%

4.5. RENTABILIDAD DEL PROYECTO

Se entiende como rentable aquella inversión en la que el valor de los rendimientos que proporciona es superior al de los recursos que utiliza. Para determinar la rentabilidad de una inversión, o para decidir entre varias inversiones alternativas en términos de rentabilidad, se emplean indicadores de rentabilidad tal como el Valor Actual Neto.

El éxito o el fracaso de este proyecto dependerá, en gran medida, del nivel de evaluación que tiene este, es decir, de la valoración de riesgos a los que se puede enfrentar. Esta investigación se denomina evaluación financiera de proyectos.

En esta sección, se evaluará la rentabilidad del proyecto con el procedimiento de flujo de caja para obtener VAN (Valor Actual Neto), pero antes se debe calcular la tasa de descuento que se realizará con el modelo de valoración de activos financieros (CAMP).

4.5.1. Cálculo tasa de descuento del proyecto

La tasa de descuento es la tasa utilizada para descontar los flujos futuros de efectivo mediante la técnica del valor presente neto. Este valor representará el retorno mínimo exigido por el inversionista a la inversión inicial del proyecto, asumido con el riesgo de renuncia a un uso alternativo de recursos, los cuales pueden ser invertidos en una mejor opción de negocio. Para calcular la tasa de descuento se usará el método CAPM (Capital Asset Pricing Model), que relaciona linealmente el riesgo del mercado con el proyecto de estudio. El método utilizado es el siguiente:

$$\text{Tasa de descuento (Ke)} = \mathbf{Rf} + \mathbf{B(Rm - Rf)}$$

Fórmula 4-2.

Donde:

Rf: Tasa libre de riesgo

Rm: Indicador de rentabilidad del índice del mercado

B: Riesgo de la industria

Según los datos obtenidos en el año 2020, de la base de datos estadísticos del Banco Central de Chile⁵, Cálculo IPC de la INE⁶ (para Rm), Servicios de Impuestos Internos⁷ (para la tasa de impuesto) y Damodaran beta⁸ (para la volatilidad del mercado), se puede obtener lo siguiente:

- La Tasa Libre de Riesgos (Rf), en el caso de Chile, suele utilizarse los valores de bonos entregados por el Banco Central. En este proyecto se utilizará la tasa correspondiente al 6,36.
- El valor para utilizar para el factor de Riesgo de la Industria (B) será el correspondiente a “Ingeniería/Construcción”. Y es de 1,6.

⁵ Dato IGPA, Banco Central de Chile: <https://si3.bcentral.cl/Siete/secure/search/view_basket.aspx?idCanasta=SO3923353>

⁶ Dato IPC: <<http://encina.ine.cl/CALCULADORA/>>

⁷ Dato Tasa de Impuestos: <http://www.sii.cl/aprenda_sobre_impuestos/impuestos/imp_directos.htm>

⁸ Dato volatilidad de mercado: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html>

El parámetro más aproximado para la estimación de rentabilidad del índice de mercado esperada (R_m) está determinado por el rendimiento accionario de la bolsa (en el caso de Chile IPSA IGPA⁹). Para esto, se realiza el siguiente cálculo:

$$\text{Índice del mercado } (R_m) = \text{IGPA} - \text{IPC}$$

Formula 4-3.

$$R_m = 10,23 - 2,08$$

$$R_m = \mathbf{8,14\%}$$

Ya contando con todos los datos, procedemos a realizar la fórmula para la tasa de descuento del proyecto.

$$\text{Tasa de descuento } (K_e) = 6,36 + 1,6 (8,14 - 9,4)$$

$$\text{Tasa de descuento } (K_e) = 6,36 - 2,02$$

$$\text{Tasa de descuento } (K_e) = \mathbf{4,34\%}$$

4.5.2. Impuestos

El impuesto a utilizar en el proyecto será acorde a la legislación vigente, tributación que se aplicará a la renta de un ejercicio anual. El impuesto de primera categoría es aquel ingreso que provenga de un capital, ya sea de empresas comerciales, servicios, industriales, mineras o cualquier otra figura legal de este tipo que contemple la ley.

⁹ Fuente: <https://es.investing.com/indices/ipsa-historical-data>

Tabla 4-10. Impuestos de primera categoría, año 2020

Año tributario	Año comercial	Tasa	Circula SII
2017	2016	24%	N° 52, 10.10.2014
2018 y siguientes	2017 y siguientes	25%	N° 52, 10.10.2014
2019	2017	25,5%	N° 52, 10.10.2014
2019 y siguientes	2018 y siguientes	27%	N° 52, 10.10.2014

Fuente: http://www.sii.cl/aprenda_sobre_impuestos/impuestos/imp_directos.htm

4.5.3. Flujo de caja

El desarrollo del flujo de caja consiste en una recopilación de la entrada y salida de fondos. Este se compone por los ingresos por venta, los costos variables y costos fijos, los gastos administrativos, depreciación, utilidad antes y después de impuesto, préstamo, amortizaciones, inversión inicial y finalmente el flujo neto de fondos por cada periodo del proyecto. A continuación, en la tabla 4-11, mostraremos el flujo de caja final del proyecto.

Tabla 4-11. Flujo de caja del proyecto

Precio por unidad		\$	3.052.500	\$	3.052.500	\$	3.052.500	\$	3.052.500	\$	3.052.500	\$	3.052.500	\$	3.052.500
Cantidad anual proyectada			96		100		105		110		114		120		
FLUJO DE CAJA															
Impuesto			27%		27%		27%		27%		27%		27%		27%
Año	0		1		2		3		4		5		6		
(+) Ingresos por venta			\$ 293.040.000		\$ 305.250.000		\$ 320.512.500		\$ 335.775.000		\$ 347.985.000		\$ 366.300.000		
(-) Egresos (Costos variables)			\$ -158.525.664		\$ -165.130.900		\$ -173.387.445		\$ -181.643.990		\$ -188.249.226		\$ -198.157.080		
(=) Margen			\$ 134.514.336		\$ 140.119.100		\$ 147.125.055		\$ 154.131.010		\$ 159.735.774		\$ 168.142.920		
(-)Costos fijos			\$ -7.660.000		\$ -7.660.000		\$ -7.660.000		\$ -7.660.000		\$ -7.660.000		\$ -7.660.000		
(-) Gastos administrativos			\$ -46.980.189		\$ -46.980.189		\$ -46.980.189		\$ -46.980.189		\$ -46.980.189		\$ -46.980.189		
(=) Gastos totales			\$ -54.640.189		\$ -54.640.189		\$ -54.640.189		\$ -54.640.189		\$ -54.640.189		\$ -54.640.189		
(-) Depreciación			\$ -36.532.500		\$ -4.432.500		\$ -2.700.000		\$ -2.700.000		\$ -2.700.000		\$ -500.000		
(=) Utilidad antes del impuesto			\$ 43.341.647		\$ 81.046.411		\$ 89.784.866		\$ 96.790.821		\$ 102.395.585		\$ 113.002.731		
(-) Impueesto			\$ -11.702.245		\$ -21.882.531		\$ -24.241.914		\$ -26.133.522		\$ -27.646.808		\$ -30.510.737		
(=) Utilidad después del impuesto			\$ 31.639.402		\$ 59.163.880		\$ 65.542.952		\$ 70.657.299		\$ 74.748.777		\$ 82.491.994		
(+) Depreciación			\$ 36.532.500		\$ 4.432.500		\$ 2.700.000		\$ 2.700.000		\$ 2.700.000		\$ 500.000		
(-) Inversión inicial		\$ -54.565.000													
(-) Préstamo		\$ -105.000.000													
(-) Amortización															
Flujo Neto		\$ -159.565.000		\$ 53.939.390		\$ 46.579.989		\$ 47.898.155		\$ 49.033.060		\$ 48.366.716		\$ 82.991.994	

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos en puntos desarrollados anteriormente

El flujo de caja es un flujo positivo para el proyecto, ya que va aumentando la utilidad año a año, esto no quiere decir que es un proyecto rentable o viable, lo que muestra es el margen o dinero a favor para poder pagar todos los gastos que son necesarios. Para ver si el proyecto será rentable o viable se analizará a continuación mediante los indicadores VAN y TIR.

4.5.4. Análisis de indicadores económicos

Todo proyecto empresarial debe analizarse de acuerdo con su viabilidad y rentabilidad. Dos herramientas útiles para evaluar la rentabilidad de un proyecto empresarial son el VAN y la TIR.

Para efectos de analizar la rentabilidad del flujo de caja expuesto anteriormente, se comenzará por identificar qué significan dichos factores decisivos.

4.5.4.1. Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto identifica la rentabilidad real dentro de los años proyectados para el proyecto. Se considera que al ser mayor que 0 el proyecto es viable. Para ello se hace uso de la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t}$$

Fórmula 4-4.

Donde:

I_o = Inversión inicial

F_t = Flujos futuros

r = Tasa de retorno o de descuento

El valor de VAN dependerá de la tasa de descuento calculada anteriormente (véase punto 4.5.1.), la cual corresponde al 7,4%, y el flujo neto entregado por el proyecto (véase flujo de caja, punto 4.5.3.). Dichos valores corresponden a los expuestos a continuación:

Tabla 4-12. Resumen flujo de caja

FLUJO DE CAJA NETO						
0	1	2	3	4	5	6
-\$159.565.000	\$53.939.390	\$46.579.989	\$47.898.155	\$49.033.060	\$48.366.716	\$82.991.994
Inversión	Flujos futuros					

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos en flujo de caja

Al ingresar los datos del flujo de caja a la formula del VAN, obtendremos lo siguiente:

$$\text{VAN} = -\$159.565.000 + \sum \left(\left(\frac{\$53.939.390}{(1+0,0434)^1} \right) + \left(\frac{\$46.579.989}{(1+0,0434)^2} \right) + \left(\frac{\$47.898.155}{(1+0,0434)^3} \right) + \right. \\ \left. \left(\frac{\$49.033.060}{(1+0,0434)^4} \right) + \left(\frac{\$48.366.716}{(1+0,0434)^5} \right) + \left(\frac{\$82.991.994}{(1+0,0434)^6} \right) \right)$$

$$\text{VAN} = -\$159.565.000 + (\$51.695.793 + \$42.784.963 + \$39.109.498 + \$41.371.127 + \$42.167.581 + \$64.319.921)$$

$$\text{VAN} = -\$159.565.000 + \$281.448.013$$

$$\text{VAN} = \textbf{\$121.881.013}$$

Al sacar el resultado, podemos confirmar que el proyecto es viable a lo largo de los seis años ya que el VAN da un valor positivo, mayor a 0.

4.5.4.2. Porcentaje de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) permite saber si es viable invertir en el proyecto, considerando otras opciones de inversión de menor riesgo. La TIR es un porcentaje que mide la viabilidad del proyecto, determinando la rentabilidad de los pagos generados por la inversión.

A continuación, se muestra la TIR obtenida en este proyecto, considerando los flujos anteriores y el periodo de tiempo:

Tabla 4-13. Porcentaje TIR

Períodos						
0	1	2	3	4	5	6
-\$159.565.000	\$53.939.390	\$46.579.980	\$47.898.155	\$49.366.716	\$48.366.716	\$82.991.994
TIR 24%						

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos en flujo de caja

El ocupar la herramienta de Excel, el resultado de TIR que arroja es de 24%, lo que indica que, al ser superior a la tasa de descuento (que es del 7,4%), la TIR ofrece una mayor rentabilidad del proyecto, por lo que es conveniente invertir en este, asegurándonos que será un proyecto viable.

En síntesis, la TIR es una herramienta muy importante para tomar la decisión de llevar a cabo un nuevo proyecto, ya que permite ponderar otras opciones de rentabilidad con menor riesgo, y determinar si el proyecto es viable o no. Es importante considerarla como una herramienta más dentro de los otros medios existentes para evaluar un proyecto.

4.6. ANÁLISIS Y CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO

Tras el análisis realizado a lo largo de este capítulo, se logra ver que arroja resultados positivos y favorables para el proyecto en términos económicos, ya que el flujo de caja arroja ganancias desde el año uno. Se obtiene una variación positiva considerable desde el comienzo, lo que se proyecta favorablemente a más años, ya teniendo pagado el préstamo, lo que culmina en la duplicación de las ganancias y el aumento de las utilidades.

Al utilizar los indicadores económicos VAN y TIR, arrojó un VAN positivo, lo cual indica que el proyecto es viable y una TIR mayor a la tasa de descuento. Esto nos indica mayores posibilidades para abarcar el mercado y lograr expandirnos a nivel nacional.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

El desarrollo de este proyecto se hace con base en la aplicación de los conocimientos obtenidos durante la carrera, y tiene como finalidad concientizar a la sociedad sobre el uso de nuevos diseños aplicados a medios de transporte de bajo consumo que reporte grandes beneficios al medio ambiente, generando una cultura de gasto eficiente de energía en transporte y, así mismo, una mejor disposición del tráfico urbano.

A partir de la búsqueda de información preliminar sobre bastidores para vehículos que incluyó desde la revisión de su evolución hasta el uso de información aportada por profesionales que laboran en la construcción de vehículos automotores, se construyó una lista de especificaciones basada en necesidades y medidas previamente identificadas.

A lo largo del desarrollo del proyecto pudimos darnos cuenta de la importancia de una buena planificación de proyecto, con un debido análisis FODA, que nos permitió optimizar el tiempo y los resultados.

A partir de la matriz morfológica y el proceso de calificación se obtuvo un concepto solución cuyo principal valor es la preservación de la integridad física del usuario. Se destaca también la facilidad de construcción mediante procesos de manufactura comunes en el medio local, lo que supone una baja inversión de conformación. Por último, es destacable que el concepto solución permite la implementación de múltiples componentes comerciales de fácil acceso en el mercado internacional de hoy en día.

Con ayuda de herramientas Fusion 360 fue posible construir un diseño de chasis con las dimensiones esperadas para suplir las especificaciones de diseño del proyecto. A partir de la estructura modelada se pudieron adelantar análisis de propiedades físicas y mecánicas (centros de masa, momentos de inercia y peso de la estructura) que resultaron útiles en simulaciones posteriores de respuesta de la estructura en términos de esfuerzos, deformaciones y disipación de energía, las cuales fueron adelantadas con ayuda de herramientas computacionales FEA.

Permitirles a las personas de bajos y medios recursos tener un medio de transporte de fácil acceso el cual suple las necesidades de movilidad para ellos trayendo grandes beneficios al tener la mayor parte de componentes genéricos y comerciales, permitiendo fácil vía de adquisición a ellos y mejorando su calidad de vida.

A partir de estudio realizado a los componentes mecánicos comerciales de fácil acceso se obtuvieron criterios de selección y de diseño de vital importancia los cuales rigen el diseño final al momento de elaborar el concepto solución y sus dimensiones. Se

destaca la facilidad de la consecución de los elementos mecánicos principales que van soportados y anclados al bastidor y su bajo precio en el mercado lo que ayuda a bajar los costos de manera satisfactoria.

Al finalizar este proyecto se ha logrado diseñar un concepto de chasis para prototipado de vehículos eléctricos, en los cuales se puede desmontar y montar diferentes morfologías, lo que permitirá generar una plataforma de desarrollo disponible para ensayar tanto los desarrollos morfológicos de diseño, aerodinámica, usabilidad, y los de potencia, rendimiento, carga, autonomía, entre otros. Esto permitirá que en un futuro se continúe el proyecto en sus siguientes etapas.

Como recomendación se podría considerar una mejora en el diseño del chasis, tanto en su forma como en su materialidad, utilizando otro tipo de perfil.

Por otra parte, se recomienda seguir con las siguientes etapas del proyecto, en las cuales se trabajará con el prototipo de chasis como una plataforma para testear distintas tecnologías.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

PRB, 2016 World population data sheet [En línea] <[https://www.prb.org/2016-world-population-data-sheet/#:~:text=The%20world%20population%20will%20reach,Population%20Reference%20Bureau%20\(PRB\).>](https://www.prb.org/2016-world-population-data-sheet/#:~:text=The%20world%20population%20will%20reach,Population%20Reference%20Bureau%20(PRB).>) [Consulta octubre 2018]

EL MERCURIO, Citycars: La gran irrupción de los urbanos [En línea] <<http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com/destacadas/detalle/index.asp?idnoticia=20110330682010>> [Consulta noviembre 2018]

RO-DES, Tipos de motores y sus características [En línea] <<https://www.ro-des.com/blog/tipos-de-motores-y-sus-caracteristicas/>> [Consulta diciembre 2018]

ELECTROMOVILIDAD, Tipos de baterías para autos eléctricos [En línea] <<http://electromovilidad.net/tipos-de-bateria-para-coche-electrico/>> [Consulta diciembre 2018]

PROBLEM SOLVING, Triz: la metodología que surgió del frío [En línea] <<https://www.problemsolving.pro/triz-la-metodologia-que-surgio-del-frio/>> [Consulta diciembre 2018]

EL PERUANO, Clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares [En línea] <http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/directivas/1_0_1743_.pdf> [Consulta enero 2019]

BIOBIO, Ranking de los 10 autos preferidos por los chilenos en el último año [En línea] <<https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/chile/2017/01/19/ranking-de-los-10-autos-preferidos-por-los-chilenos-en-el-ultimo-ano.shtml>> [Consulta marzo 2019]

MOTOR Y DOMINIO, Centro de gravedad de los vehículos [En línea] <<http://www.motorydominio.com.mx/investigaciones/centro-de-gravedad-de-los-vehiculo#.W0Ec1dJKjIU>> [Consulta mayo 2019]

LA TERCERA, Población en Chile llega a 18,2 millones y en 2030 superará los 20 millones [En línea] <<http://www2.latercera.com/noticia/poblacion-en-chile-llega-a-182-millones-y-en-2030-superara-los-20-millones/>> [Consulta mayo 2019]

COUNTRYMETERS, Población de Chile [En línea] <<http://countrymeters.info/es/Chile>> [Consulta mayo 2019]

DIARIO FINANCIERO, Sobrepoblación de Santiago: ¿Densificación o desarrollo de la periferia? [En línea] <<https://www.df.cl/noticias/opinion/columnistas/sobrepoblacion-de-santiago-densificacion-o-desarrollo-de-la-periferia/2013-08-21/200611.html>> [Consulta mayo 2019]

PROBLEM SOLVING, Triz: la metodología que surgió del frío [En línea] <<https://www.problemsolving.pro/triz-la-metodologia-que-surgio-del-frio/>> [Consulta junio 2019]

ALUMINIOS JOHNSON, Tubos de aluminio [En línea] <<https://aluminiosjohnson.cl/tubos-de-aluminio.html>> [Consulta julio 2019]

EMOL, Conoce el pequeño auto eléctrico que vende Alibaba a sólo 800 mil pesos [En línea] <<https://www.emol.com/noticias/Autos/2020/03/26/981112/alibaba-auto-electrico-economico.html>> [Consulta julio 2019]

INGEMECÁNICA, El bastidor de los vehículos automóviles [En línea] <<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn69.html>> [Consulta agosto 2019]

CENTRAL DE REPUESTOS, Componentes principales que conforman el chasis [En línea] <<http://centralderepuestostr.com/chasis/>> [Consulta agosto 2019]

CINCODÍAS, Squad: El vehículo eléctrico “mini” con techo solar que apenas vale 6.000 euros [En línea] <https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/11/28/motor/1574934102_899995.html> [Consulta agosto 2019]

SMART CARGO, Vehículos 100% eléctricos Chile [En línea] <<https://www.smartcargo.cl/>> [Consulta septiembre 2019]

UC3M, Cálculo de comportamiento mecánico de un chasis de cuadriciclo eléctrico [En línea] <https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/27577/TFG_David_Viton_Vara_2017.pdf> [Consulta septiembre 2019]

EXCAR, Electric golf carts and electric golf cars [En línea] <<http://www.excar.com.cn/products.html>> [Consulta octubre 2019]

MICROTEX, ¿Qué es una batería de carritos de golf? [En línea] <<https://microtexindia.com/es/what-is-a-golf-cart-battery/#:~:text=La%20mayor%C3%ADa%20de%20los%20carritos,clasificaci%C3%B3n%20del%20motor%20de%20CC.>> [Consulta noviembre 2019]

EZGO, Venta de vehículos eléctricos Argentina [En línea] <<http://www.safemotion.com.ar/venta/index.html>> [Consulta diciembre 2019]

GRABRIAN, Tubos de aluminio redondos, España [En línea] <<https://www.gabrian.com/es/extrusiones-de-aluminio/formas-estandar/tubos-redondos/>> [Consulta marzo 2020]

KIPP, Elementos de unión de tubos, conectores de perfiles [En línea] <<https://www.kipp.com/pe/es/Productos/Elementos-de-mando-Elementos-est%C3%A1ndar/Elementos-de-uni%C3%B3n-de-tubos-conectores-de-perfiles.html>> [Consulta marzo 2020]

PARKER, Tubo de aluminio rígido de transair, Chile [En línea] <<https://ph.parker.com/cl/es/transair-pipe-for-compressed-air-vacuum-and-inert-gas-piping-systems>> [Consulta marzo 2020]

PRODALAM, Perfiles redondos [En línea] <<https://www.prodalam.cl/productos/WA000070/perfiles-redondos?sku=9429-UN>> [Consulta abril 2020]

NORELEM, Uniones de tubos, piezas de sujeción [En línea] <<https://www.norelem.fr/es/es/Productos/THE-BIG-GREEN-BOOK/norelem-mueve-Sistemas-y-componentes-para-la-construcci%C3%B3n-de-plantas-y-m%C3%A1quinas/29000-Uniones-de-tubo-Piezas-de-sujeci%C3%B3n-Elementos-de-sujeci%C3%B3n-Tubos-Columnas-adicionales/Sistema-de-conexi%C3%B3n-de-tubos.html>> [Consulta abril 2020]

INTEREMPRESAS, Elementos de unión de tubos: Conectores [En línea] <https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/304583/KIPP-08-Elementos-de-union-de-tubos-Conectores-ES.pdf> [Consulta abril 2020]

IGUS, Patín lineal drylin T - TW-01-HKA, con freno manual [En línea] <<https://www.igus.es/product/926>> [Consulta abril 2020]

ALU-STOCK, Tubos rectangulares de aluminio [En línea] <<https://www.alu-stock.es/es/aluminio-industria/perfiles-normalizados/tubos-rectangulares/>> [Consulta agosto 2020]

IGUS, Plastic for longer life [En línea] <<https://www.igus.es/>> [Consulta agosto 2020]

INVACARE, Normativa camas [En línea] <https://www.invacare.es/sites/es/files/product_documents/b7f1a4455dbfd3834ec804302eb9d0d6b49f2135_Normativas_Camas_01_2013.pdf> [Consulta septiembre 2020]

EMPRESA TECNOMAT, Plancha de aluminio diamantado [En línea] <<https://www.empresastecnomat.cl/producto/plancha-de-aluminio-diamantado-espesor-4-0/>> [Consulta octubre 2020]

INSTITUTO NACIONAL DE DEPORTES, Directorio de recintos deportivos [En línea]
<<https://www.ind.cl/directorio-de-recintos-deportivos/>> [Consulta noviembre 2020]

SII, Nueva tabla de vida útil de los bienes físicos del activo inmovilizado [En línea]
<http://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/tabla_vida_enero.htm> [Consulta noviembre 2020]

PGS, Caso práctico para calcular el punto de equilibrio de tu empresa [En línea]
<<https://www.pqs.pe/tu-negocio/caso-practico-para-calcular-el-punto-de-equilibrio-de-tu-empresa>> [Consulta noviembre 2020]

BANCO CENTRAL DEL CHILE, Base de datos estadísticos [En línea]
<<https://si3.bcentral.cl/siete>> [Consulta noviembre 2020]

INE, Cálculo IPC 2020 [En línea] < <https://calculadoraipc.ine.cl/>> [Consulta noviembre 2020]

SII, Dato Tasa de Impuestos [En línea] <http://www.sii.cl/aprenda_sobre_impuestos/impuestos/imp_directos.htm> [Consulta noviembre 2020]

DAMODARAN BETA, Dato volatilidad de mercado [En línea] <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html> [Consulta noviembre 2020]

ANEXOS

Anexo A: Planos de fabricación

- Plano 1 : Plano general Estructura Superior
- Plano 2 : Plano detalle y corte Rieles
- Plano 3 : Plano detalle Carrito
- Plano 4 : Plano detalle Soporte tubo

Anexo B: Proyecto PI INN 18 07, Electromovilidad Experimental



FORMULARIO DE POSTULACIÓN
CONCURSO DE PROYECTOS INTERNOS DE INNOVACIÓN USM
CONVOCATORIA 2017

I. INFORMACION GENERAL

TITULO PROYECTO	Innovacion, Diseño e implementación para la Manufactura de nuevos conceptos mono y biplaza de automoción eléctrica. Sistemas integrados de desplazamiento urbano basados en electro movilidad.
-----------------	---

NOMBRE PARTICIPANTES	RUT	UNIDAD	CAMPUS / SEDE
*Javier Eguren		ELINF	Viña del Mar
Santiago Geywitz B.	9.278.598-K	DIMA	Viña del Mar
Mario Salinas P.		DIMA	Viña del Mar
Claudio Olguin		MECANICA	Viña del Mar
Gonzalo Espinola		ELINF	Viña del Mar
Marcelo E. Venegas Marcel	11.436469-K	DIMA	Viña del Mar

*Jefe de proyecto

SOLICITUD DE FONDOS

ITEM	MONTO (M\$)
Ayudantías y contrataciones	3.500.000
Pasajes y viáticos	2.000.000
Gastos de Operación	1.000.000
Bienes de Capital	3.500.000
TOTAL	10.000.000