



**Construcción de un remolque de bicicleta aplicando procesos de manufactura
para maximizar el ángulo de incidencia de la radiación solar**

Gusñay Llallico, Luis David

Departamento de Ciencias Energía y Mecánica.

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previa a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica
Automotriz

Ing. León Almeida, Jaime Eduardo

5 de septiembre del 2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ
CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía **“ Construcción de un remolque de bicicleta aplicando procesos de manufactura para maximizar el ángulo de incidencia de la radiación solar”** fue realizado por el señor **Gusñay Llallico, Luis David** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 5 de septiembre del 2021

Ing. León Almeida Jaime Eduardo

C.C: 172009123-8

RESULTADO DE ANÁLISIS URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: MONOGRAFIA GUSÑAY LUIS.pdf (D112569651)
Submitted: 9/14/2021 4:54:00 PM
Submitted By: jc.altamiranoc@uta.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3080/1/PLAN%20DE%20TITULACI%C3%93N%20%2528DIEGO%20NOVOA%2529.pdf>
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1888/1/T-UTC-1778.pdf>
<https://lovicon.es/blog/programas-calculo-diseno-estructuras-metalicas/>
https://es.slideshare.net/ector_03/metales-ferrosos-y-no-ferrosos
<https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-soldador-de-acero-de-la-construcc%C3%B3n-del-puente-image1054630>

Instances where selected sources appear:

7

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "León Almeida Jaime Eduardo". The signature is written over a horizontal dotted line.

Ing. León Almeida Jaime Eduardo

C.C: 172009123-8



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

RESPONSABILIDAD DE AUTORIA

Yo, **Gusñay Llallico, Luis David** con cédula de ciudadanía n° **1752362606**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: "**Construcción de un remolque de bicicleta aplicando procesos de manufactura para maximizar el ángulo de incidencia de la radiación solar**" es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 5 de septiembre del 2021

.....
Gusñay Llallico, Luis David

C.C.: 175236260-6



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Yo, **Gusñay Llallico, Luis David** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: "**Construcción de un remolque de bicicleta aplicando procesos de manufactura para maximizar el ángulo de incidencia de la radiación solar**" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 5 de septiembre del 2021

.....
Gusñay Llallico, Luis David

C.C.: 175236260-6

Dedicatoria

El presente proyecto le dedico con todo mi corazón a Dios por darme salud, bienestar y permitirme cumplir una meta más en mi vida y darme fuerzas en todo el transcurso de esta ardua carrera universitaria, por siempre estar presente en cada paso de mi vida, y en cada decisión que tome para llegar al camino del éxito.

A mis padres por brindarme siempre su amor incondicional, que a pesar de cualquier obstáculo han estado siempre apoyándome, por sus consejos y valores que enmarcaron en mí que sin lugar a duda fueron grandes regalos para forjar la persona que hoy en día soy.

Gusñay Llallico, Luis David

Agradecimiento

A Dios le agradezco por la vida, por la sabiduría que me brindo para culminar una etapa más, por permitirme desarrollar este proyecto y así seguir obteniendo mejores conocimientos.

A mis padres por darme la vida, por apoyarme en cada decisión que tomó por siempre estar presente en los buenos y malos momentos y sobre todo por darme su amor y siempre ser mi motivación para salir adelante.

A mis maestros de clase que lograron aportar grandes conocimientos para mi vida profesional y sin lugar a duda fueron los mentores capaces de impartir una educación de excelencia.

A mis compañeros de clase que siempre nos apoyamos para ser mejores personas y llegar a ser profesional y a mis compañeros de tesis que siempre estuvieron pendientes de cada situación que se daba.

Gusñay Llallico, Luis David

Tabla de contenidos

Carátula	1
Certificación	2
Resultado de análisis urkund	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos	8
Indice de figuras	13
Indice de tablas	18
Resumen	19
Abstract	20
Planteamiento del problema	21
Antecedentes	21
Planteamiento del problema	22
Justificación	22
Objetivos	23
<i>Objetivo general</i>	23
<i>Objetivos específicos</i>	23
Alcance	23
Marco teórico	24
Procesos de manufactura	24
<i>Definiciones</i>	24
Proceso	25

Manufactura	26
Producción para efectividad de un proceso de manufactura	27
Clasificación de procesos de manufactura	28
<i>Proceso que cambian la forma del material</i>	30
<i>Proceso para el desprendimiento de viruta</i>	31
<i>Procesos para acabar superficies</i>	32
<i>Proceso para ensamble de materiales</i>	33
<i>Procesos para cambiar propiedades físicas de materiales</i>	33
Materiales de fabricación	34
<i>Metales ferrosos</i>	35
<i>Metales no ferrosos</i>	36
Técnicas de soldadura	38
<i>Aplicaciones de la soldadura</i>	38
<i>Tipos de soldadura</i>	41
Soldadura de recarga	41
Cordones en Ángulo	42
Soldadura a tope	42
Elección de los electrodos	43
Ensayo de una soldadura	44
<i>Inspección mediante líquidos penetrantes</i>	44
Remolques	45
<i>Características de remolques</i>	46
<i>Remolques ligeros</i>	46
<i>Remolques medianos</i>	47
<i>Remolques pesados</i>	47
Remolques para bicicletas	48

Mejora de bicicletas para el transporte de carga.....	49
Mejora de bicicletas para el transporte de carga usando remolques	50
Tipos de remolques para bicicletas	51
<i>Remolque de bicicleta para niños</i>	<i>51</i>
<i>Remolque de bicicleta para mascotas.</i>	<i>53</i>
<i>Remolque de bicicleta para carga.</i>	<i>54</i>
Programas para diseños de estructuras metálicas.....	56
<i>CYPECAD.....</i>	<i>57</i>
<i>Tekla</i>	<i>58</i>
<i>Autodesk Robot</i>	<i>59</i>
<i>SAP2000.....</i>	<i>60</i>
<i>Midas</i>	<i>61</i>
Programas para diseños CAD.....	62
<i>Autodesk AutoCAD.....</i>	<i>63</i>
Qué es AutoCAD.....	64
Para qué sirve AutoCAD.....	64
Funciones de AutoCAD	65
<i>FreeCAD.....</i>	<i>65</i>
Que es FreeCAD	66
Para que sirve FreeCAD	66
Características de FreeCAD.....	67
<i>LibreCAD.....</i>	<i>67</i>
Características de LibreCAD.....	68
<i>Blender.....</i>	<i>68</i>
Qué es Blender	68
Modelado	69

Renderizado	69
Iluminación.....	69
Físicas.....	70
Modificadores.	70
Características de Blender.....	70
SolidWorks- dibujo CAD.....	70
Qué es SolidWorks.....	71
Uso de SolidWorks.....	71
La industria de la moda y el deporte.	72
Industria automotriz.....	73
Industria aeroespacial	73
Características de SolidWorks	74
Autodesk inventor.	74
Funciones de autodesk inventor.....	75
Modelado paramétrico	75
Modelado de ensamblajes.....	76
Creación de dibujos	77
Desarrollo del proyecto.....	79
Dimensionamiento del Remolque de Bicicleta.	79
<i>Mediciones del panel solar.....</i>	<i>79</i>
Selección del material	82
<i>Aluminio.....</i>	<i>82</i>
<i>Tubo cuadrado negro.....</i>	<i>83</i>
Diseño del remolque en autodesk inventor.....	84
<i>Cajón del remolque.</i>	<i>84</i>
<i>Base de tol.....</i>	<i>86</i>

<i>Diseño de la rueda</i>	87
<i>Diseño de las bases de los paneles</i>	90
<i>Ensamblaje</i>	91
<i>Rediseño del remolque.</i>	94
<i>Análisis de la estructura del remolque.</i>	96
Construcción del remolque.	104
<i>Selección del electrodo</i>	106
<i>Enganche del remolque.</i>	112
<i>Instalación de luces</i>	117
Pruebas de resistencia del remolque	118
<i>Peso del remolque en vacío</i>	118
<i>Prueba de manejo con el remolque instalado a la bicicleta</i>	120
<i>Peso del remolque con los componentes incorporados</i>	121
<i>Prueba de manejo con el remolque con peso incorporado.</i>	123
Marco administrativo	125
Recursos humanos	125
Recursos tecnológicos	125
Recursos materiales	125
Presupuesto	126
Conclusiones y recomendaciones	128
Conclusiones	128
Recomendaciones	129
Bibliografía	130

Indice de figuras

Figura 1 <i>Procesos de manufactura</i>	24
Figura 2 <i>Diagrama de procesos</i>	25
Figura 3 <i>Clasificación de los procesos de manufactura</i>	28
Figura 4 <i>Proceso del cambio de material</i>	30
Figura 5 <i>Desprendimiento de viruta</i>	31
Figura 6 <i>Proceso de acabado de superficies</i>	32
Figura 7 <i>Proceso de ensamble permanente</i>	33
Figura 8 <i>Cambio físico de un metal</i>	33
Figura 9 <i>Materiales de fabricación</i>	34
Figura 10 <i>Los metales ferrosos</i>	36
Figura 11 <i>Metales no ferrosos</i>	37
Figura 12 <i>Soldadura en estructuras de automóviles</i>	39
Figura 13 <i>Soldadura en estructuras de puentes</i>	39
Figura 14 <i>Soldadura en aviaciones</i>	40
Figura 15 <i>Soldadura en electrodomésticos</i>	40
Figura 16 <i>Soldadura en maquinarias</i>	41
Figura 17 <i>Soldadura de recargue</i>	42
Figura 18 <i>Soldadura en cordones en ángulos</i>	42
Figura 19 <i>Soldadura a tope</i>	43
Figura 20 <i>Aplicación de tintas penetrantes</i>	45
Figura 21 <i>Remolque de tipo ligero</i>	46
Figura 22 <i>Remolque de tipo mediano</i>	47
Figura 23 <i>Remolque pesado</i>	48
Figura 24 <i>Remolques de bicicleta</i>	49
Figura 25 <i>Mejora de bicicleta para el transporte de carga</i>	50

Figura 26 <i>Remolques de bicicletas</i>	51
Figura 27 <i>Remolque para niños</i>	52
Figura 28 <i>Modelo de remolque para niños</i>	53
Figura 29 <i>Remolque para mascotas.</i>	53
Figura 30 <i>Diseño de remolque para equipaje.</i>	54
Figura 31 <i>Remolque de bicicleta para carga</i>	55
Figura 32 <i>Remolque de bicicleta para carga</i>	55
Figura 33 <i>Remolque de bicicleta para carga específica</i>	56
Figura 34 <i>Programa para diseños de estructuras metálicas.</i>	57
Figura 35 <i>Programa CYPECAD</i>	58
Figura 36 <i>Programa Tekla</i>	59
Figura 37 <i>Programa Autodesk Robot</i>	60
Figura 38 <i>SAP2000</i>	61
Figura 39 <i>Programa Midas</i>	62
Figura 40 <i>El diseño CAD</i>	63
Figura 41 <i>Programa de Autodesk AutoCAD</i>	64
Figura 42 <i>Modelado 3D en AutoCAD</i>	65
Figura 43 <i>Programa FreeCAD</i>	66
Figura 44 <i>Modelado 3D en FreeCAD</i>	67
Figura 45 <i>Programa LibreCAD</i>	68
Figura 46 <i>Programa Blender</i>	69
Figura 47 <i>Programa SolidWorks- dibujo CAD</i>	71
Figura 48 <i>Diseños en SolidWorks</i>	72
Figura 49 <i>SolidWorks en la industria de la moda</i>	72
Figura 50 <i>SolidWorks en la industria automotriz</i>	73
Figura 51 <i>SolidWorks en la industria aeroespacial</i>	74

Figura 52 Programa Autodesk inventor.....	75
Figura 53 Modelado paramétrico en Inventor	76
Figura 54 Ensamblaje en inventor.....	77
Figura 55 Vistas de un dibujo en inventor.....	78
Figura 56 Medición de los paneles solares.....	79
Figura 57 Mediciones del panel a lo largo.....	80
Figura 58 Medidas para el marco del panel.....	81
Figura 59 Medidas para el enganche del remolque.....	82
Figura 60 Dimensiones del cajón del remolque	84
Figura 61 Modelado en 3D de la estructura	85
Figura 62 Diseño de estructura según norma DIN.....	86
Figura 63 Piso del remolque con material galvanizado	87
Figura 64 Diseño de la manzana de la rueda	87
Figura 65 Utilización de la opción de barrido en inventor.....	88
Figura 66 Diseño del aro y los radios en inventor.....	89
Figura 67 Materiales para la rueda del remolque	89
Figura 68 Medidas para el diseño del marco de los paneles	90
Figura 69 Estructura con ángulos según norma DIN.....	91
Figura 70 Ensamblaje del cajón y piso Galvanizado	92
Figura 71 Restricción de la rueda al cajón del remolque.....	93
Figura 72 Ensamblaje de base para los paneles.....	93
Figura 73 Fijación del enganche.....	94
Figura 74 Rediseño del remolque	95
Figura 75 Diseño de la estructura en inventor	95
Figura 76 Análisis de estructura	96
Figura 77 Fijación de las ruedas para el análisis	97

Figura 78 <i>Puntos de carga en el remolque</i>	97
Figura 79 <i>Segundo análisis de estructuras</i>	98
Figura 80 <i>Puntos de fijación para el análisis</i>	98
Figura 81 <i>Simulación del análisis</i>	99
Figura 82 <i>Tensión de von mises</i>	100
Figura 83 <i>Primera tensión principal</i>	100
Figura 84 <i>Tercera tensión principal</i>	101
Figura 85 <i>Desplazamiento</i>	101
Figura 86 <i>Coeficiente de seguridad</i>	102
Figura 87 <i>Desplazamiento en el eje X</i>	102
Figura 88 <i>Desplazamiento en el eje Y</i>	103
Figura 89 <i>Tercera deformación principal</i>	103
Figura 90 <i>Cortes del tubo cuadrado</i>	104
Figura 91 <i>Materiales cortados a sus medidas</i>	105
Figura 92 <i>Cortes del tubo a 45 grados</i>	105
Figura 93 <i>Elección del electrodo 6011</i>	106
Figura 94 <i>Soldeo de la base del remolque</i>	107
Figura 95 <i>Apreciación del cordón de soldadura</i>	108
Figura 96 <i>Soldadura de los tubos paralelos</i>	109
Figura 97 <i>Colocación de las ruedas</i>	109
Figura 98 <i>Soldadura de los marcos</i>	110
Figura 99 <i>Fijación de las bases de los paneles</i>	111
Figura 100 <i>Pernos para el ajuste de los ángulos</i>	111
Figura 101 <i>Rótula para el enganche</i>	112
Figura 102 <i>Distancia entre el remolque y la bicicleta</i>	113
Figura 103 <i>Sujeción del remolque en la bicicleta</i>	114

Figura 104	<i>Diseño del enganche.....</i>	115
Figura 105	<i>Soporte del enganche</i>	115
Figura 106	<i>Remolque fijado a la bicicleta</i>	116
Figura 107	<i>Diseño del triángulo de estabilidad</i>	116
Figura 108	<i>Bola de remolque y tortuga</i>	117
Figura 109	<i>Instalación de luces led.....</i>	118
Figura 110	<i>Peso del remolque vacío en libras.....</i>	119
Figura 111	<i>Peso del remolque vacío en kg.....</i>	120
Figura 112	<i>Prueba de manejo</i>	121
Figura 113	<i>Peso total del remolque.....</i>	121
Figura 114	<i>Instalación del sistema de los paneles solares.....</i>	122
Figura 115	<i>Rediseño del remolque</i>	122
Figura 116	<i>Primera prueba de manejo con carga.....</i>	123
Figura 117	<i>Segunda prueba de manejo con el rediseño de remolque.....</i>	124
Figura 118	<i>Reducción de peso.....</i>	124

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Factores productivos para un proceso de manufactura</i>	26
Tabla 2 <i>Efectividad de un proceso de manufactura</i>	27
Tabla 3 <i>Clasificación de los procesos de manufactura</i>	29
Tabla 4 <i>Clasificación de materiales de trabajos para procesos de manufactura</i>	35
Tabla 5 <i>Metales no ferrosos pesados</i>	37
Tabla 6 <i>Metales no ferrosos ligeros</i>	38
Tabla 7 <i>Metales no ferrosos ultraligeros</i>	38
Tabla 8 <i>Clasificación de electrodos</i>	43
Tabla 9 <i>Medidas para el cajón del remolque</i>	82
Tabla 10 <i>Datos del tubo de aluminio</i>	83
Tabla 11 <i>Datos del tubo cuadrado negro</i>	83
Tabla 12 <i>Datos para el trabajo del electrodo</i>	107
Tabla 13 <i>Recursos Humanos</i>	125
Tabla 14 <i>Recursos Tecnológicos</i>	125
Tabla 15 <i>Recursos Materiales</i>	126
Tabla 16 <i>Presupuesto total</i>	127

Resumen

Este proyecto se realizó con el fin de construir un remolque de bicicleta en las cuales se aplicaron procesos de manufactura para maximizar el ángulo de incandescencia de la radiación solar que fue necesario para el correcto funcionamiento de los paneles solares. Mismo que se llevó a cabo mediante análisis de dimensionamiento como son el largo, ancho y alto, de esta manera logrando abarcar adecuadamente el panel solar, además de modelar la estructura del remolque mediante un programa CAD (diseño asistido por computador) y así poder efectuar un análisis por medio del software. Por último se procedió a la construcción del remolque en las que se detalla cada paso que se realizó, empezando desde los cortes, dobleces, y las soldaduras aplicadas a este componente, y adicionando a esto se trabajó en las pruebas respectivas de funcionamiento cuando el remolque está vacío y también con el peso que se incluirá. De esta manera se verifico que el funcionamiento del remolque no cause problemas al manejo de la bicicleta como puede ser la perdida de la estabilidad y que el rendimiento no se vea afectado por exceso de peso.

- Palabras clave:
 - **BICICLETAS**
 - **BICICLETAS - REMOLQUE**
 - **SOLDADURA**
 - **MANUFACTURA**

Abstract

This project was carried out in order to build a bicycle trailer in which manufacturing processes were applied to maximize the incidence angle of the solar radiation that was necessary for the correct operation of the solar panels. Same that was carried out by means of dimensioning analysis such as length, width and height, in this way managing to adequately cover the solar panel, in addition to modeling the structure of the trailer using a CAD program (computer-aided design) and thus being able to carry out an analysis by means of the software. Finally, the construction of the trailer was carried out, detailing each step that was carried out, starting from the cuts, bends, and the welds applied to this component, and adding to this, the respective operation tests were worked on when the trailer it is empty and also with the weight to be included. In this way, it was verified that the operation of the trailer does not cause problems when handling the bicycle, such as loss of stability and that performance is not affected by excess weight.

Keywords:

- **BIKES**
- **BICYCLES - TRAILER**
- **WELDING**
- **MANUFACTURING**

Capítulo I

1. Planteamiento del problema

1.1. Antecedentes

Entre los principales temas de discusión que se plantea actualmente la sociedad, demandando gran cantidad de esfuerzo en aspectos de investigación y desarrollo, está la búsqueda de fuentes de energía alternativas que contribuyan a disminuir la dependencia energética de los combustibles fósiles. La energía solar se utiliza como fuente de energía renovable, la cual se capta a través de paneles fotovoltaicos y se almacena en baterías para suministrar energía a diversos equipos. (Aguayo Moposita, 2014)

Debido a este tema de energías alternativas que se está implementando en una bicicleta además de ser eléctricas se utilizara los paneles solares como otra fuente de energía, pues se ve necesario la construcción de este remolque para la colocación de los paneles solares y mediante un diseño adecuado conseguir una maximización adecuada de la luz solar.

Logrando así conseguir mejores beneficios en cuanto a la utilización de la energía solar mediante la utilización los paneles solares, además tomando en cuenta la construcción que se va a realizar al remolque que deberá llevar características específicas para un mejor trabajo.

1.2. Planteamiento del problema

En el Ecuador existen muchos trabajos relacionados con la implementación o adaptación de componentes eléctricos y electrónicos a los diferentes medios de transporte como bicicletas, triciclos, monociclos, etc. Para ellos se ha considerado de suma importancia la creación de un diseño de remolque que sea capaz de brindar espacio para la colocación de estos componentes, tomando en cuenta en peso que debe soportar y también el peso del mismo que aportará a la conducción de estos medios de transporte.

1.3. Justificación

La utilización de la energía solar se ha incrementado a nivel mundial por el hecho de ser una energía que se desperdicia, mediante los paneles solares podemos hacer que esta energía se utilice de diferentes maneras, en este caso se implementara para el uso de una bicicleta eléctrica, pero debemos entender que las dimensiones de un panel solar son distintas a la de una bicicleta por lo que se ve necesario la construcción de un elemento que puede ser capaz de cargar con este panel solar, tomando en cuenta que cargara el mayor tiempo posible y además de ser capaz de moverse a la misma velocidad que la bicicleta.

Tomando en cuenta estas consideraciones se debe realizar la construcción de un remolque que sea capaz de cargar con los paneles solares que se utilizará la bicicleta eléctrica, además de que se considerará el peso del remolque por lo que se utilizará el material menos pesado para la construcción.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

CONSTRUIR UN REMOLQUE DE BICICLETA APLICANDO PROCESOS DE MANUFACTURA PARA MAXIMIZAR EL ÁNGULO DE INCIDENCIA DE LA RADIACIÓN SOLAR.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Realizar el dimensionamiento adecuado para un remolque de la bicicleta que maximizará el ángulo de incandescencia de la radiación solar.
- Construir un remolque mediante la implementación de los procesos de manufactura para adaptar el panel solar.
- Desarrollar las pruebas respectivas para el remolque de la bicicleta una vez que se hayan implementado los diferentes procesos en su construcción

1.5. Alcance

El alcance de este proyecto es la construcción del remolque de bicicleta mediante los procesos de manufactura, y diseño adecuado para la fijación de los paneles solares que utilizara la bicicleta, por ello este remolque permití maximizar el ángulo de incandescencia de los panales solares, brindando la posibilidad de variar los ángulos de fijación a los paneles solares, a la vez este remolque será capaz de soportar pesos de los diferentes elementos eléctricos y electrónicos que se va a implementar a la bicicleta.

Su diseño se acopla a las diferentes situaciones en las que se puede encontrar la bicicleta, como lugar en el que se encuentra, situaciones a las que se requiera un cambio o simplemente una conducción normal de la bicicleta.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1. Procesos de manufactura

Los procesos de manufactura es la agrupación de labores precisas para transformar las características originales de las materias primas. Estos rasgos pueden ser de origen muy cambiante como la forma, la consistencia, firmeza, dimensión o la belleza natural. Se ejecutan en el medio de la industria. Los procesos de manufactura también son llamados como proceso industrial, proceso fabricación o proceso de producción. (Armas, 2020)

Figura 1

Procesos de manufactura



Nota. En la figura 1 se muestra los procesos de manufactura son encargados de transformar la materia prima en diferentes estructuras. Tomado de (Armas, 2020)

2.1.1. Definiciones

Los procesos de manufactura son trabajos y operaciones relacionadas, ordenadas y consecutivas, a través del uso de máquinas, herramientas o equipos, con el fin de transformar materiales para la obtención de un producto industrial. Del mismo modo, así como existe diversidad de definiciones de proceso, existe diversidad de tipos,

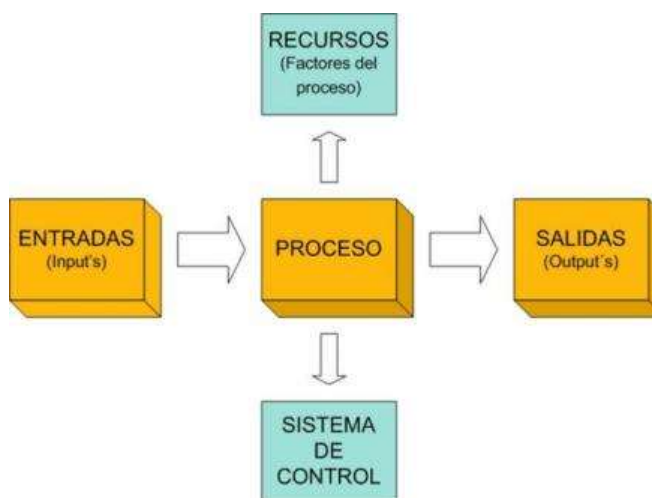
clasificaciones o categorías de procesos de manufactura; a continuación se presenta una propuesta general de clasificación. (Manufactura, NA)

2.1.1.1. Proceso

El proceso hace referencia a las acciones relacionadas para conseguir objetivos específicos en que deben ser realizadas consecutivamente. Para la industria el concepto de proceso adquiere gran importancia, debido a la práctica que realiza, que requiere: PLANEAR, INTEGRAR, ORGANIZAR, DIRIGIR Y CONTROLAR. Estas actividades permiten al Ingeniero Industrial lograr sus objetivos en el ejercicio de su profesión. El ingeniero industrial debe considerar a los procesos de producción como una herramienta para: (Guerrero, 2008)

Figura 2

Diagrama de procesos



Nota. En la figura 2 se muestra un diagrama de cómo funciona el proceso. Tomado de (Manufactura, NA)

- El diseño y definición de planes, programas y proyecto (Guerrero, 2008)s
- El diseño, integración, organización, dirección y control de sistemas (Guerrero, 2008)
- La optimización del trabajo (Guerrero, 2008)

- La evaluación de resultados (Guerrero, 2008)
- Establecimiento de normas de calidad (Guerrero, 2008)
- El aumento y control de la eficiencia. (Guerrero, 2008)

2.1.1.2. **Manufactura**

La manufactura hace referencia a un trabajo hecho a mano o mediante la utilización de máquinas que resulta más fácil realizar estos procesos de manufactura. El estudio industrial describe a la manufactura como un mecanismo para efectuar la transformación de materiales en elementos que son necesarios para la sociedad. También es considerada como la estructuración y organización de acciones que permiten a un sistema lograr una tarea determinada. Conjugando, se define como: Conjunto de trabajos organizadas y programadas para la transformación de materiales, objetos o servicios en artículos o servicios útiles para la sociedad. (Manufactura, NA)

Como se muestra en la tabla 1 los criterios de producción como los costos, rentabilidad y calidad son necesarios para el desarrollo de un proceso de manufactura

Tabla 1

Factores productivos para un proceso de manufactura

Criterios de producción para el proceso de manufactura	
Costos	Aceptables
	Competitivos
Rentabilidad	Ganancias superiores a las que proporciona el banco
Calidad	Sólo la necesaria (no inversiones que no sean necesarias)

Nota. En la tabla 1 se muestra los factores productivos como son los costos, rentabilidad y calidad.

2.2. Producción para efectividad de un proceso de manufactura

Tomando en cuenta los costos la calidad, y efectividad además de eso, se debe verificar que se cumpla con algunos factores de producción como son: material de proceso de manufactura, y un proceso administrativo

Tabla 2
Efectividad de un proceso de manufactura

Proyecto	Diseños funcionales que permitan la manufactura calculada y controlada
Materiales	Selección de los materiales adecuados y económicamente aceptables.
Proceso de Manufactura	Sistemas para la transformación de los materiales con la calidad adecuada, considerando las necesidades del cliente, de manera eficiente y económica.
Factor Humano	<ul style="list-style-type: none"> • Motivación • Trato • Facilidad • Capacitación • Seguridad
Proceso Administrativo	Planeación Integración Organización Dirección Control

Nota. En la tabla 2 muestra la efectividad para el proceso de manufactura.

2.3. Clasificación de procesos de manufactura

La clasificación en la primera categoría se da en relación a la pureza del material original, ya sea por la disminución de masa, o por su conformación en modo de deformación. De los cuales tenemos dos grupos principales; uno por la conformación por desprendimiento de material (viruta), y un segundo gran grupo, por la conformación de toda la masa, forzada desde afuera con deformación mediante equipos.

(Manufactura, NA)

Figura 3

Clasificación de los procesos de manufactura



Nota. En la figura 3 se muestra los tipos de procesos de manufactura. Tomado de (Quiroa, NA)

Tabla 3
Clasificación de los procesos de manufactura.

	1° categoría	2° categoría	Proceso	
CLASIFICACIÓN DE PROCESO DE MANUFACTURA	CORFORMACIÓN POR DESPRENDIMIENTO DE MATERIAL	maquinaria	torneado	
			taladrado	
			cepillado	
			aserrado	
			mandrilado	
	CONFORMACIÓN FORZADA			embutido Prof.
			conformación	laminado
			plástica	forjado
			mecánica	extrusión
				trefilado
			pulvimetalurgia	Aleac. especial
			conformación	fundición
			térmica	soldadura
			materiales	extrusión
			sintéticos	soplado
			dureza	tratamiento térmico
COMPLEMENTARIO		acabados	superficies	
		ensambles	armados	

Nota. En la tabla 3 se muestra los procesos de manufactura relacionados con la dureza calidad de material, el acabado para trabajos complejos.

2.3.1. *Proceso que cambian la forma del material*

Figura 4

Proceso del cambio de material

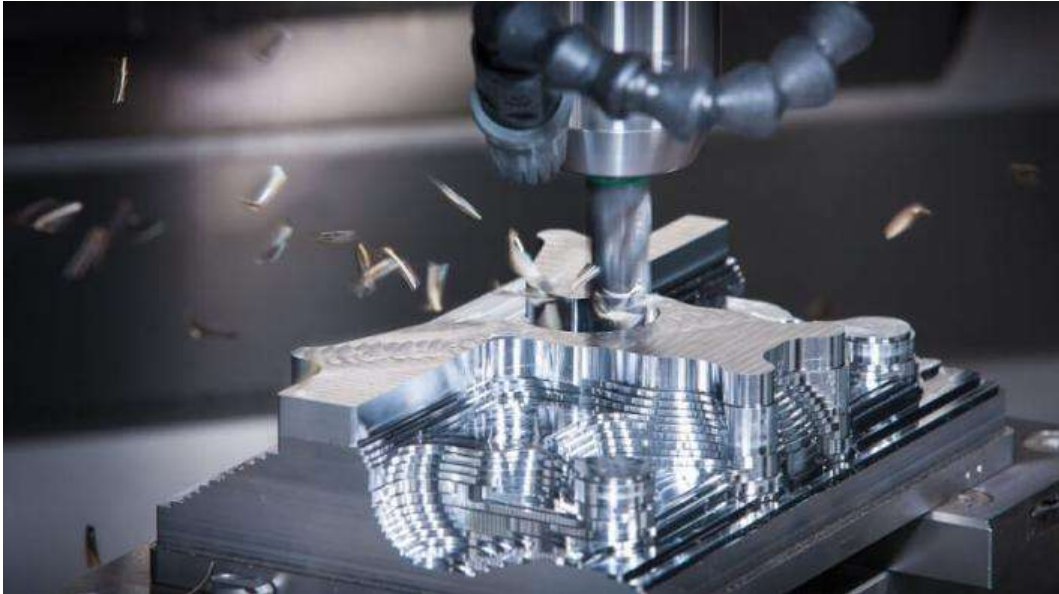


Nota. En la figura 4 se muestra el proceso de una metalurgia extractiva como cambio de material. Tomado de (Editor, 2015)

- metalurgia extractiva
- fundición
- formado en frío y en caliente
- metalurgia de los polvos
- moldeo de plásticos

2.3.2. Proceso para el desprendimiento de viruta

Figura 5
Desprendimiento de viruta



Nota. En la figura 5 se muestra el proceso por desprendimiento de viruta. Tomado de (Mecanizado Y CNC, 2018)

- maquinado con arranque de viruta convencional
- torno
- fresado
- cepillado
- taladrado
- brochado
- rimado

2.3.3. Procesos para acabar superficies

Figura 6

Proceso de acabado de superficies



Nota. En la figura 6 se muestra el proceso de un acabado de superficies. Tomado de (The Fabricator, 2017)

- desprendimiento de viruta
- pulido
- recubrimiento

2.3.4. *Proceso para ensamble de materiales*

Figura 7

Proceso de ensamble permanente



Nota. La figura 7 muestra un proceso de ensamble de soldadura permanente. Tomado de (Karen, 2013)

- Ensamblajes temporales
- Ensamblajes permanentes

2.3.5. *Procesos para cambiar propiedades físicas de materiales*

Figura 8

Cambio físico de un metal



Nota. En la figura 8 el cambio físico de un metal de estado sólido a líquido mediante el proceso térmico, en este caso de la fundición de hierro. Tomado de (Rafino, 2021)

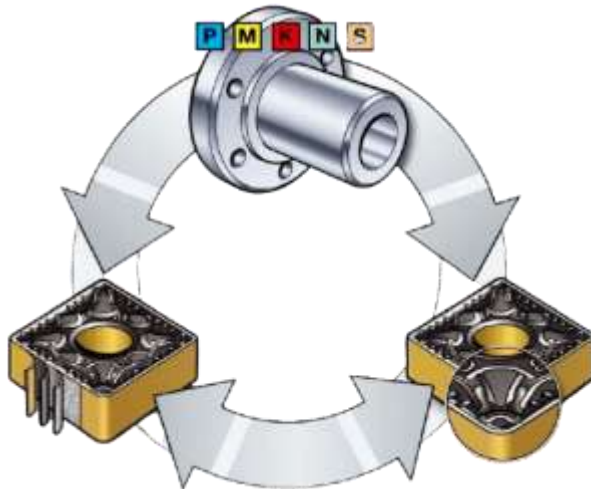
- Tratamientos térmicos
- Tratamientos químicos

Los procesos de manufactura están divididos en dos tipos básicos, en operaciones de proceso y en operaciones de ensamble. Una operación de proceso transforma un material de trabajo de una etapa a otra más avanzada, que lo sitúa cerca del estado final deseado. (Editorial, 2013)

2.4. Materiales de fabricación

Figura 9

Materiales de fabricación



Nota. En la figura 9 se muestra el proceso de materiales de fabricación. Tomado de (Instituto Azteco, 2021)

En la tabla 4 se puede visualizar como están clasificados los materiales de trabajo para los procesos de manufactura, empezando desde los metales y no metales.

Tabla 4
Clasificación de materiales de trabajos para procesos de manufactura

	1° categoría	2° categoría	Materiales
MATERIALES DE TRABAJO	Metálicos	Ferrosos	Fundición gris(de hierro)
			hierro maleable
			aceros
			fundición blanca
			aluminio
			cobre
		No Ferrosos	magnesio
			níquel
			plomo
			titanio
			zinc
			plásticos
	No Metálicos	Orgánicos	productos de petróleo
			madera
			papel
			hule
			piel
		No Orgánicos	minerales
			cemento
cerámica			
vidrio			
grafito			

Nota. En la tabla 4 se puede apreciar los distintos procesos de manufactura que existen en la variedad de materiales. Tomado de (Manufactura, NA)

2.4.1. Metales ferrosos

El principal componente de los metales ferrosos es el hierro que es destacado por las características de ser resistente a la tensión y a la dureza. Entre ellos tenemos al acero, hierro y fundiciones, que a la vez pueden llevar otras pequeñas porciones de distintos materiales. (Cardenas, 2014)

Figura 10
Los metales ferrosos



Nota. La figura 10 muestra un ejemplo de metales ferrosos. Tomado de (Quiroga, 2017)

Uno de los inconvenientes de estos metales es que son muy pesados y suelen oxidarse con mayor facilidad, además son duros para realizar trabajos, estos metales son hoy en día los más usados. (Cardenas, 2014)

2.4.2. Metales no ferrosos

Como se muestra en la figura 11 estos materiales son todo lo contrario a los metales ferrosos, en esta sección no existe ninguna cantidad de hierro, de los cuales podemos encontrar el zinc, aluminio entre otros. Estos metales están divididos en: pesados ligeros y ultraligeros

Figura 11
Metales no ferrosos



Nota. La figura 11 se muestra una clasificación de los metales no ferrosos. Tomado de (Quiroga, 2017)

Tabla 5
Metales no ferrosos pesados

Nombre	Simbología
Cobre	Cu
Estaño	Sn
Plomo	Pb
Zinc	Zn
chromo	Cr
níquel	Ni
cobalto	W
Wolframio o tungsteno	Co

Nota. En la tabla 5 se muestra los metales no ferrosos pesados. Tomado de (Cardenas, 2014)

Tabla 6
Metales no ferrosos ligeros

nombre	símbolo
aluminio	Al
titanio	Ti

Nota. En la tabla 6 se muestran los metales no ferrosos ligeros. Tomado de (Cardenas, 2014)

Tabla 7
Metales no ferrosos ultraligeros

Nombre	Símbolo
Magnesio	Mg
Berilio	Be

Nota. En la tabla 7 se muestran los metales no ferrosos ultraligeros. Tomado de (Cardenas, 2014)

2.5. Técnicas de soldadura

Hoy en día la soldadura es uno de los trabajos más desarrollados en el mundo ya que es fundamental para la creación de nuevas industrias, se encarga de la construcción y reparaciones de estructuras metálicas.

2.5.1. Aplicaciones de la soldadura

Para los trabajos de soldadura se puede observar hoy en día en la mayoría de productos fabricados, empezando desde diseños de estructuras para los automóviles en los cuales se necesitará el trabajo de una suelda.

Figura 12

Soldadura en estructuras de automóviles



Nota. En la figura 12 se puede apreciar la aplicación de una soldadura en la estructura de un automóvil. Tomado de (actualidad soldadura, 2021)

En la mayoría de edificios que se realizan en la actualidad y puentes de diferentes materiales metálicos requiere necesariamente las técnicas de una soldadura.

Figura 13

Soldadura en estructuras de puentes



Nota. En la figura 13 se puede observar la soldadura en una estructura de puente.

Tomado de (Petterson, NA)

La soldadura también se aplica para la aviación, estos grandes medios de transporte así como sus sitios de aterrizaje son desarrollados en base de estructuras metálicas en las cuales es necesario la aplicación de una soldadura

Figura 14
Soldadura en aviaciones



Nota. En la figura 14 se puede ver que las estructuras de los aviones son realizadas con material que requiere de una aplicación de soldadura. Tomado de (Weeks, 1988)

Además de que se está ocupando esta técnicas en los diferentes electrodomésticos para la sociedad como las neveras, cocinas, televisores, lavadoras, etc. Esta técnica mejora los costos de producción de manufactura, reduce el tiempo de trabajo y aporta una mayor seguridad y gran flexibilidad para trabajar.

Figura 15
Soldadura en electrodomésticos



Nota. La figura 15 muestra la aplicación de soldadura en una olla de acero inoxidable. Tomado de (Weeks, 1988)

Otra de las aplicaciones de la soldadura está en la fabricación de maquinarias agrícolas, para trabajos de petroleras, minas, en las diferentes herramientas de trabajo, medios de transporte como las vías de trenes, bicicletas, triciclos, motos, autos, casas rodantes.

Figura 16

Soldadura en maquinarias



Nota. En la figura 16 se puede apreciar la aplicación de soldadura en maquinarias.

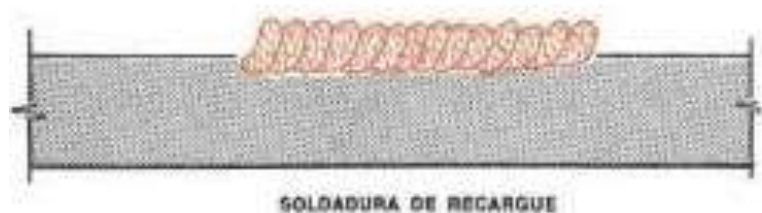
Tomado de (Weeks, 1988)

2.5.2. Tipos de soldadura

2.5.2.1. Soldadura de recarga

Se trata de depositar una o más capas de material de aportación, mediante cordones o pasadas con el fin de conseguir unas características superficiales adecuadas.

Figura 17
Soldadura de recargue

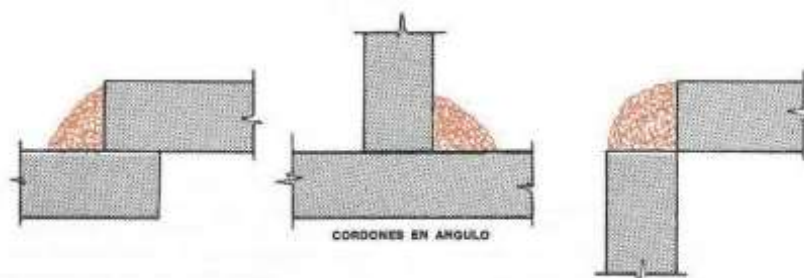


Nota. En la figura 17 se puede observar la forma en la que se realiza la soldadura de recargue. Tomado de (Weeks, 1988)

2.5.2.2. Cordones en Ángulo

Se trabaja con el fin de conseguir uniones a solape en Ángulo interior o exterior, el cordón formara una sección aproximadamente triangular que es depositada entre dos ángulos rectos. (Weeks, 1988)

Figura 18
Soldadura en cordones en ángulos



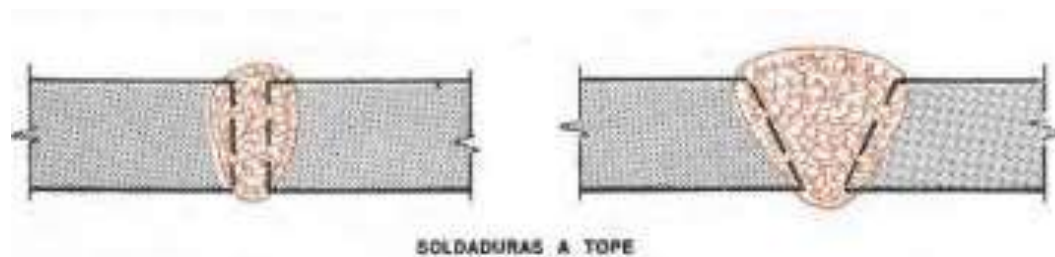
Nota. En la figura 18 se puede visualizar el tipo de soldadura en cordones en ángulos. Tomado de (Weeks, 1988)

2.5.2.3. Soldadura a tope

En este tipo de soldadura se caracteriza por ser depositada en el espacio que queda entre las piezas que se va a soldar, que están dispuestas una en prolongación de

la otra en esta sección se distinguen las soldaduras con bordes rectos, en V, bordes en X, en U, en J, etc.

Figura 19
Soldadura a tope



Nota. En la figura 19 se observa el tipo de soldadura a tope. Tomado de (Weeks, 1988)

2.6. Elección de los electrodos

Un electrodo ideal es aquel que proporciona una buena estabilidad de arco, un cordón liso y bien presentado, una buena velocidad de depósitos, una máxima resistencia, y debe ser fácil la eliminación de la escoria, para esto es importante que se conozca el tipo de trabajo y material que se va a utilizar para la soldadura. (Weeks, 1988)

Tabla 8
Clasificación de electrodos

TIPO	CLASIFICACIÓN SEGÚN AWS	CLASE DE CORRIENTE	POSICIÓN	RESULTADOS DE LA SOLDADURA
Aceros ordinarios	E-6010	CC+	H, V, C, T	gota caliente buena penetración
	E-6011	CC+, CA	H, V, C, T	cualquier trabajo de soldadura
	E-6012	CC-, CA	H, V, C, T	gota caliente, pequeña penetración
	E-6013	CC-, CC+, CA	H, V, C, T	preparación no muy buenas
	E-6014	CC-, CA	H, V, C, T	contorno de cordón, pocas proyecciones
	E-6020	CC+, CC-, CA	H, C	Buen rendimiento.
	E-6024	CC+, CC-, CA	H, C	rellenos en pocas pasadas

TIPO	CLASIFICACIÓN SEGÚN AWS	CLASE DE CORRIENTE	POSICIÓN	RESULTADOS DE LA SOLDADURA
bajo hidrógeno	E-6027	CC+, CC-, CA	H, C	Polvo de hierro, gran aportación.
	E-7014	CC+, CC-, CA	H,C	polvo de hierro, baja penetración
	E-7024	CC+, CC-, CA	H, V, C, T	polvo de hierro, gran aportación, pasada simple o múltiple
	E-7016	CC+, CA	H,C	soldeo de aceros
	E-7018	CC+, CA	H, V, C, T	aceros sensibles
	E-7028	CC+, CA	H,C	aceros sensibles a la fisura de porosidad

Nota. En la tabla 8 se observa las aplicaciones y formas de trabajar para cada electrodo. Tomado de (Weeks, 1988)

SIMBOLOGÍA

CC+: corriente continua polaridad inversa

CC-: corriente continua polaridad directa

CA: corriente alterna

H: horizontal, **V** vertical, **C** cornisa, **T** techo.

2.7. Ensayo de una soldadura

Para verificar que una soldadura está bien realizada es importante poner a prueba mediante ensayos, en los cuales hay ensayos destructivos y no destructivos, en el caso de un ensayo no destructivo están los que son mediante tintas penetrantes.

(Weeks, 1988)

2.7.1. Inspección mediante líquidos penetrantes

Con la implementación de esta técnica se puede detectar defectos superficiales mediante líquidos de colores de gran fluidez. Tienen la capacidad de penetrar con facilidad en las partes donde se encuentre defectos a la soldadura. (Weeks, 1988)

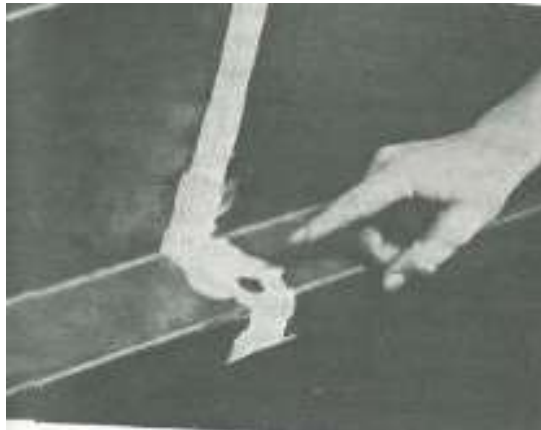
Para realizar este ensayo se debe limpiar la superficie, y cubrir la zona de la soldadura con un fina película de líquido penetrante, luego se vuelve a limpiar y quedará manchado la zona en donde se detectó una mala soldadura (Weeks, 1988)

Existen otro tipo de tintas penetrantes que son capaces de cambiar de color en las zonas donde se detectó la falla, que prácticamente funcionan de la misma manera pero con ayuda de una luz ultravioleta. (Weeks, 1988)

Este método resulta particularmente indicado para la detección de defectos superficiales en metales no férricos, tales como el aluminio, estos metales al no ser magnéticos, no permiten aplicar la técnica de partículas magnéticas. (Weeks, 1988)

Figura 20

Aplicación de tintas penetrantes



Nota. La figura 20 muestra cómo trabajan las tintas penetrantes en las partes que se suelda, de aquí se puede notar los lugares que están manchados es porque presentan defectos en esa soldadura. Tomado de (Weeks, 1988)

2.8. Remolques

Los remolques son denominados como acoplados o tráiler que se encargan de transportar cualquier tipo de elementos, como cargas, mercancías, personas y usos

especiales de algún transporte específico. Estos componentes denominados remolques se clasifican en ligeros, medianos y pesados. (Diccionario, NA)

2.8.1. Características de remolques

Las dimensiones como la longitud o el peso máximo son especificadas para cada país de acuerdo al código de circulación, y dependiendo del número de ejes, además para que sea permitida su circulación debe de presentar datos de matriculación y una presentación de una carta que permita su circulación. En el caso de remolques para bicicletas no se debe realizar esta documentación. (Diccionario, NA)

2.8.2. Remolques ligeros

Son llamadas así a las caravanas o algunos que son destinados a la embarcación de equipajes ligeros en general en que su peso total de carga no debe de superar los 750 kilogramos permitidos a ser arrastrados por cualquier vehículo con un permiso de conducir de tipo B. (Diccionario, NA)

Figura 21

Remolque de tipo ligero



Nota. En la figura 21 se observa el diseño de un remolque de tipo ligero y sus características. Tomado de (Moveris, 2020)

2.8.3. Remolques medianos

A esta sección pertenecen los remolques agrícolas que son encargados de transportar materiales, máquinas, ganados o productos agrícolas. Conformado por bastidor para el arrastre de las cuales estos son metálicos, y son equipados con neumáticos de baja presión y suspensiones que son elásticas. (Diccionario, NA)

Figura 22

Remolque de tipo mediano



Nota. En la figura 22 se puede observar las características de un remolque de tipo mediano en este caso es un remolque agrícola. Tomado de (Moveris, 2020)

2.8.4. Remolques pesados

Estos remolques se encargan de arrastrar los camiones o tractores de carretera, en que sus dimensiones y pesos totales son superiores a los que están designados en el código de circulación, el trabajo de estos remolques son para el arrastre de maquinarias de trabajo como rodillos excavadores y transportes especiales.

(Diccionario, NA)

Figura 23
Remolque pesado



Nota. En la figura 23 se puede observar un tipo de remolque pesado. Tomado de (Mora, 2017)

2.9. Remolques para bicicletas

Estos tipos de remolques permiten llevar cierto tipo de carga en las que como su nombre lo indica, son remolcados mediante una bicicleta, hoy en día estos remolques se han incrementado ya que permite la facilidad de transportar cargas con pesos limitados pero que pueden llegar a ser de gran utilidad. (Wikipedia, 2021)

Todo depende del diseño que tenga puede ser capaz de transportar mascotas o incluso personas, en algunos países de Europa estos se han utilizado para el trabajo de los mensajeros e incluso transportar niños que resulta mucho mejor (Wikipedia, 2021)

Figura 24*Remolques de bicicleta*

Nota. En la figura 24 se puede observar un diseño de remolque para bicicleta. Tomado de (Wikipedia, 2021)

2.10. Mejora de bicicletas para el transporte de carga

En el caso de que se necesite transportar una carga adicional en la bicicleta es necesario que se realice una mejora para una mayor facilidad de transporte de carga. Por ello los artesanos son los encargados de rediseñar o modificar a la bicicleta, pero cabe recalcar que mientras mayor sea el esfuerzo que se le someta a la bicicleta su desgaste será más rápido pero gracias a los artesanos estos desgastes pueden ser reparados. (Transporte rural, 1999)

En algunos casos se puede colocar una parrilla más ancha en la parte posterior de la bicicleta, así tendrá un mejor manejo sin carga, sin embargo su desgaste en los neumáticos no es reducido. (Transporte rural, 1999)

Figura 25

Mejora de bicicleta para el transporte de carga

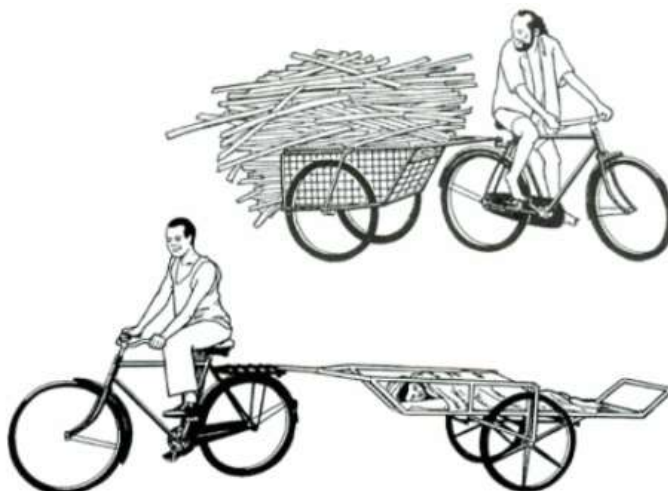


Nota. En la figura 25 se puede observar la modificación de una bicicleta, aumentando la parrilla para el transporte de carga. Tomado de (Transporte rural, 1999)

2.11. Mejora de bicicletas para el transporte de carga usando remolques

Esta es una de las mejoras más utilizadas, el remolque de bicicleta debe ser capaz de transportar cargas máximas de 60 kg o dependerá de las características que esté formado, su inconveniente es que al ser más ancho la bicicleta deberá ser manejada tomando esas consideraciones. Existen distintos métodos de enganche, y se pueden realizar de distintos materiales, todo dependiendo del tipo de carga a la que será destinada.

Figura 26
Remolques de bicicletas



Nota. En la figura 26 se puede apreciar los remolques de bicicletas que pueden tener distintos diseños dependiendo del uso o el tipo de carga que se va aplicar. Tomado de (Transporte rural, 1999)

2.12. Tipos de remolques para bicicletas

Para la afición de personas que le gusten las bicicletas y tengan el deseo de llevar algún equipaje, material o cosa que crea necesaria se han diseñado estos tipos de remolques o carritos para bicicletas, pero es importante que tenga un diseño adecuado para lo que se llevará dentro, para ellos existen algunos tipos de remolques que se han diseñado acorde a lo que sea necesario. (Generate Press, 2020)

2.12.1. Remolque de bicicleta para niños

De seguro este es uno de los remolques más recomendados para la gente aficionada a salir de paseo en familia, posiblemente piensen en el equipaje que debe llevar y también cargar a sus hijos, pero esto no es problema si se adquiere este tipo de remolques que puedes llevar con comodidad y tranquilidad. (Generate Press, 2020)

Figura 27
Remolque para niños



Nota. En la figura 27 se puede apreciar un tipo de remolque diseñado para niños.

Tomado de (Generate Press, 2020)

Además se puede encontrar remolques de distintos diseños y se puede usar de distinta manera todo dependiendo de sus características y modelos, también su dimensionamiento puede variar, o se puede utilizar solo el carrito para paseo. (Generate Press, 2020)

Figura 28
Modelo de remolque para niños



Nota. En la figura 28 se puede apreciar un modelo de remolque para niños diseñado para cuando se desee esquiar. Tomado de (Generate Press, 2020)

2.12.2. Remolque de bicicleta para mascotas.

Si eres alguien que le gustan mucho los paseos y tienes mascotas que adoran lo mismo que tu pero no tienes como llevarlos de una manera más fácil este tipo de remolque se diseñó exclusivamente para esta situación. (Generate Press, 2020)

Figura 29
Remolque para mascotas.



Nota. En la figura 29 se puede apreciar un modelo de remolque de bicicleta para mascotas. Tomado de (Generate Press, 2020)

2.12.3. Remolque de bicicleta para carga.

Para cuando se requiera llevar carga o equipajes se han diseñado modelos para este uso, ya sea remolques de una o dos ruedas, mas aerodinámicos lo que permitirá llevar más peso sin ningún inconveniente. Para estos modelos se ha buscado un armazón más duro y resistente pero que a la vez sea lo más liviano posible y el diseño varia también acorde al tipo de carga que se llevará. (Generate Press, 2020)

Figura 30

Diseño de remolque para equipaje.



Nota. En la figura 30 se puede apreciar un diseño de remolque de una rueda aerodinámica para el transporte de equipaje. Tomado de (Generate Press, 2020)

Figura 31
Remolque de bicicleta para carga



Nota. En la figura 31 se puede apreciar el diseño de un remolque de carga sólido de un material ligero. Tomado de (Moveris, 2020)

Figura 32
Remolque de bicicleta para carga



Nota. En la figura 32 se puede apreciar el diseño de un remolque de carga exclusiva para productos alimenticios. Tomado de (Generate Press, 2020)

Figura 33

Remolque de bicicleta para carga específica



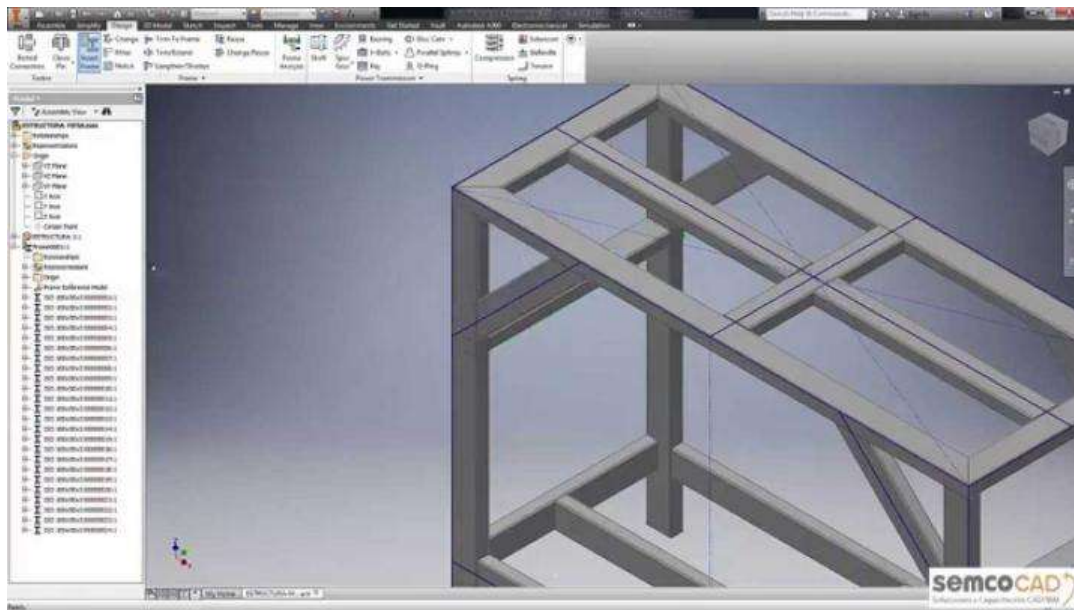
Nota. En la figura 33 se puede apreciar un diseño de remolque de carga distinto con otro tipo de material y diseño. Tomado de (Moveris, 2020)

2.13. Programas para diseños de estructuras metálicas

Para la construcción, diseño y dimensionamiento de una estructura o elementos mecanizados se han desarrollado programas que facilitan el trabajo mediante diseños simulados antes de poner en desarrollo dicho proyecto. Estos programas permiten analizar cargas de soporte, análisis de tensión, además de permitirnos equipar el material adecuado y realizar distintas pruebas a las estructuras. (at, 2018)

En cuanto al programa de análisis de estructuras metálicas son recomendadas ya que permiten realizar cálculos estructurales de todo tipo de construcción de metal o acero, incluso en estos programas podemos diseñar estructura como: puentes, ferrocarriles, edificios, torres, modelos de vehículos, etc. (at, 2018)

Figura 34
Programa para diseños de estructuras metálicas.



Nota. En la figura 34 se puede apreciar un ejemplo de diseño realizado en el programa de inventor. Tomado de (at, 2018)

Para los diseños de estructuras metálicas existen distintos programas en los que se pueden desarrollar estos trabajos.

2.13.1. CYPECAD

En este programa podemos diseñar con exactitud las dimensiones de estructuras ya de metal u otro tipo de material, aquí podemos elegir el tipo de estructuras como vigas o pilares de hormigón, metálicas o mixtas, cimentaciones por losas, pantallas, etc. Aquí podemos también realizar cálculos y verificar la posibilidad de adversidades que puede presentar el diseño. (at, 2018)

Además se encarga de calcular las dimensiones y realizar algunas pruebas sobre uniones de metales que pueden estar ancladas a una soldadura o atornillados. (at, 2018)

Figura 35
Programa CYPECAD



Nota. En la figura 35 se puede apreciar el diseño del programa cypecad. Tomado de (at, 2018)

Ventajas

- Mayor fiabilidad en el diseño y la toma de datos.
- Se encarga de generar una lista de todos los elementos estructurales de un proyecto industrial.
- Se puede incluir planos de construcción, memoria de cálculo o descriptiva.
- Realiza verificación de cortante basal.

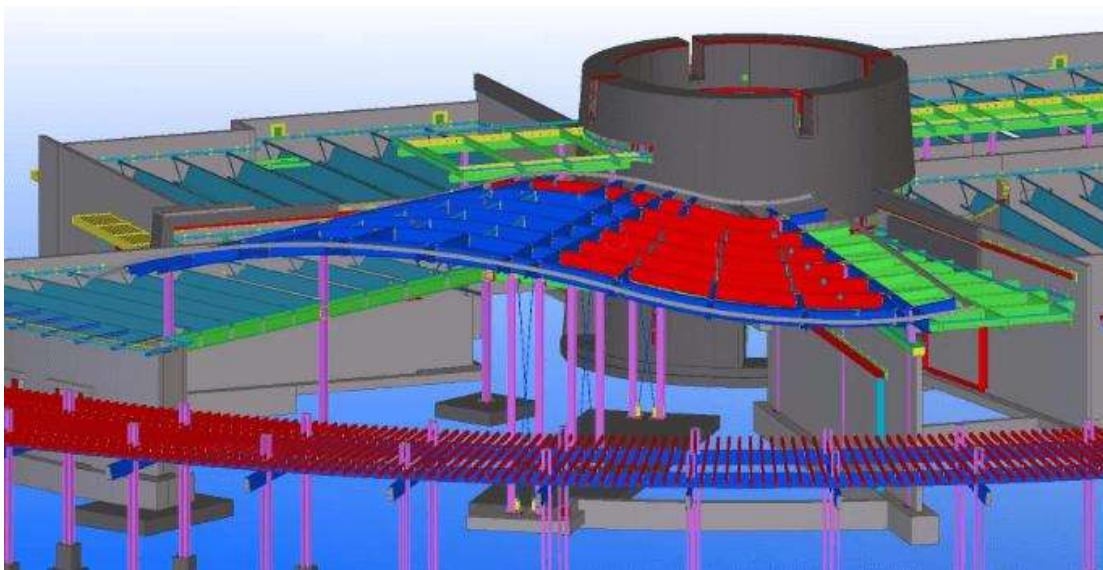
2.13.2. Tekla

Mediante este programa podemos resaltar una información más precisa que resulta más confiable y así poner en ejecución la construcción de la estructura, además de eso podemos trabajar con todos los materiales y estructuras, algunos ejemplos de diseños que se han realizado en este programa son los estadios de fútbol, plataformas

marítimas, edificios y puentes. Al usar este programa podemos tener algunos beneficios. (at, 2018)

- Colaboración e integración.
- Variedad de materiales para el modelo del proyecto.
- Manejo de todo tipo de estructuras.
- Creación con mayor exactitud de los modelos de construcción.
- Desarrolla con mayor fluidez la información.

Figura 36
Programa Tekla



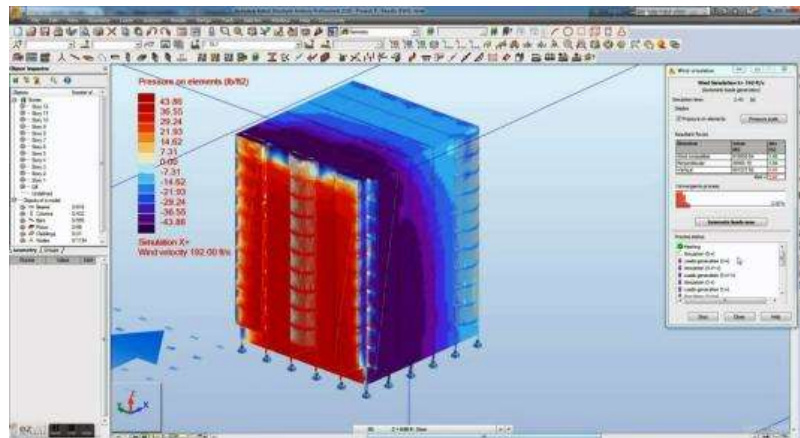
Nota. En la figura 36 se puede apreciar un diseño realizado mediante el programa de Tekla. Tomado de (at, 2018)

2.13.3. Autodesk Robot

Este programa se considera como uno de los más completos en cuanto a cálculos de estructuras metálicas, convirtiéndose así en una excelente herramienta para el cálculo, diseño y simulación de estructuras metálicas de las cuales este programa tiene algunos beneficios. (at, 2018)

- Tecnología MEF cálculo y diseño para elementos finitos, que permite analizar la construcción y dividir las por partes.
- Cálculos de uniones de los diferentes armados metálicos.
- Fiabilidad absoluta en los cálculos.
- Permite analizar múltiples configuraciones estructurales gracias al sistema de algoritmos.
- Posee diferentes códigos y normas a nivel mundial.
- Se puede trabajar hasta en 14 idiomas.

Figura 37
Programa Autodesk Robot



Nota. En la figura 37 se puede apreciar un análisis de tensión mediante el programa de autodesk robot. Tomado de (at, 2018)

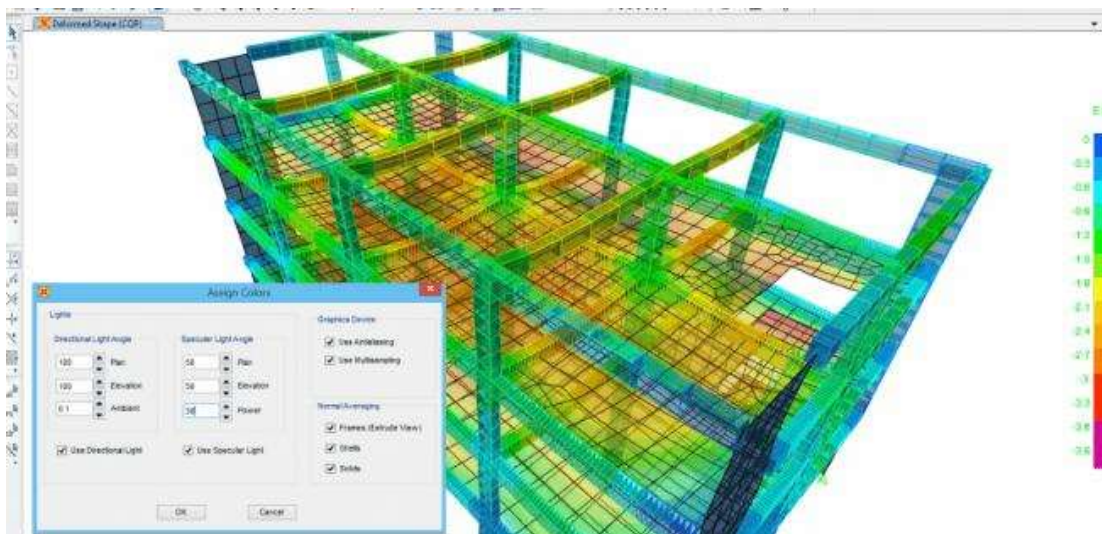
2.13.4. SAP2000

El programa de sap2000 posee una interfaz gráfica en 3D que nos permite analizar y dimensionar cualquier estructura de elementos finitos, además de tener una fiabilidad de cálculo muy preciso, y una versatilidad al modelar estructuras industriales y marítimas. Se puede hacer análisis en 2D y si se requiere un análisis avanzado también

se lo puede realizar, entre algunas ventajas de este programa están los siguientes. (at, 2018)

- Amplia selección de plantillas, para usar modelos paramétricos en 2D y 3D.
- Vistas personalizadas analíticas y físicas.
- Mediante el referencial cartesiano son trazados las cuadrículas.
- Se podrán generar mallas de cálculo.
- Genera formas automáticas de aplicaciones sísmicas y del viento.

Figura 38
SAP2000



Nota. En la figura 38 se puede apreciar el diseño de una estructura realizada en SAP2000. Tomado de (at, 2018)

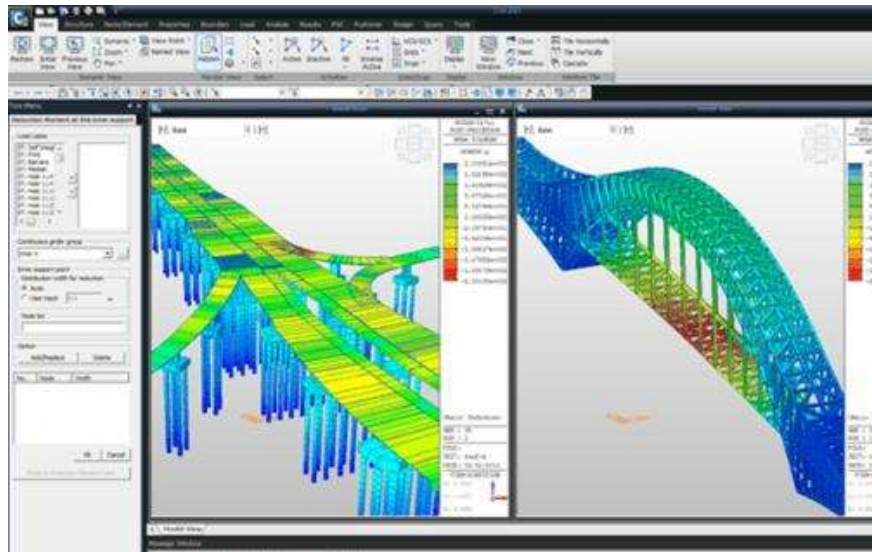
2.13.5. Midas

Este programa permite modelar y diseñar de forma integral y analizar las estructuras, es el más utilizado en la ingeniería civil este programa además nos permite solucionar problemas de ingeniería estructural, geotécnica y mecánica, algunos de los beneficios de este programa tenemos. (at, 2018)

- Número ilimitado de nudos, elementos de carga.

- Algoritmos avanzados.
- Aumento de la velocidad de análisis.
- Análisis de calor
- Cargas móviles.

Figura 39
Programa Midas



Nota. En la figura 39 se puede apreciar el diseño del programa de midas. Tomado de (at, 2018)

2.14. Programas para diseños CAD

Desde hace décadas se ha llevado a cabo el diseño CAD, que nos permite realizar detalles a milímetros que estos van relacionados con el dibujo técnico, esto se ha utilizado en las educaciones secundaria o bachillerato, además de realizar trabajos de tipo arquitectura en la actualidad podemos encontrar algunos programas que están desarrollados para (Esspezo, 2019) el diseño CAD en las que es importante conocer sobre esta tecnología.

Figura 40
El diseño CAD

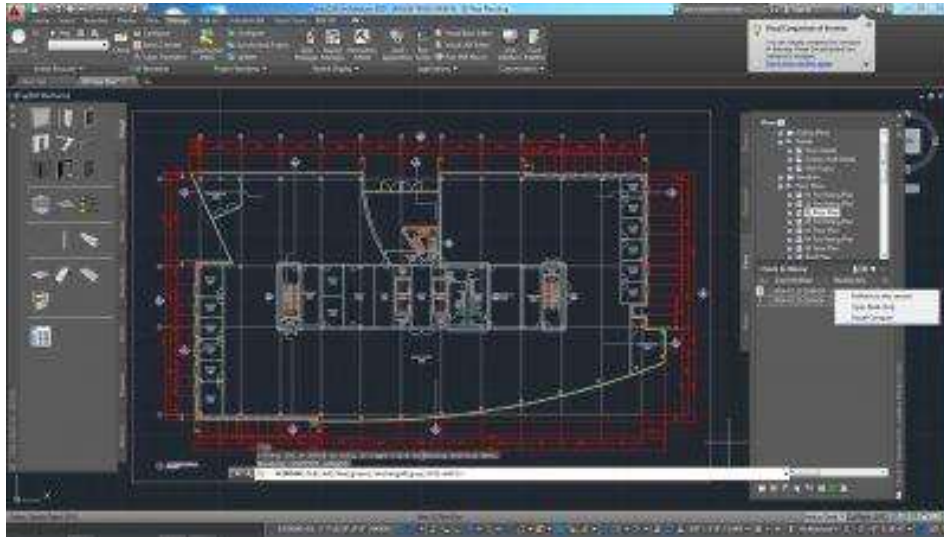


Nota. En la figura 40 se puede apreciar acerca de programas CAD. Tomado de (Esspezo, 2019)

2.14.1. Autodesk AutoCAD

Este es uno de los programas más conocidos a nivel mundial y el más utilizado, los acrónimos CAD significa diseño asistido por computador que en inglés sería computer aided design. Este programa viene en una versión profesional. (Esspezo, 2019)

Figura 41
Programa de Autodesk AutoCAD



Nota. En la figura 41 se aprecia el diseño de AutoCAD y su cómo es su vista. Tomado de (Esspezo, 2019)

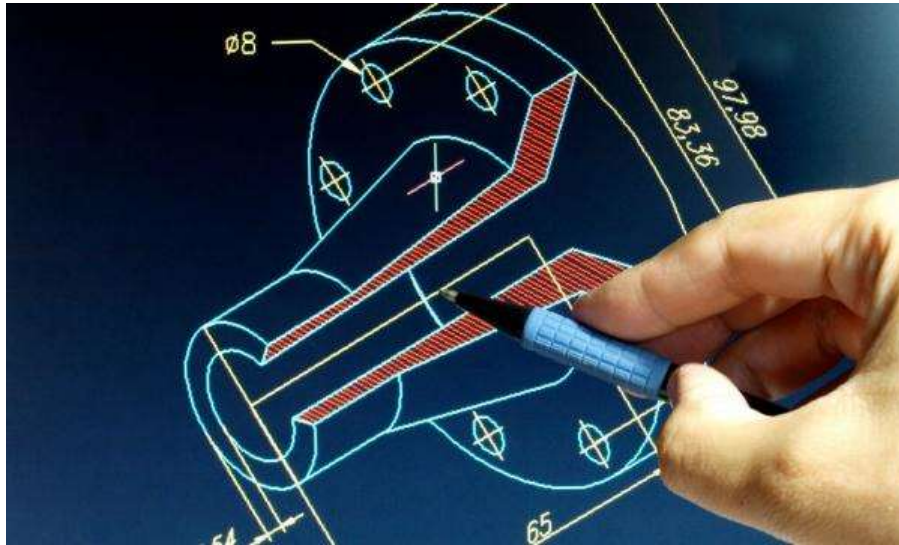
2.14.1.1. Qué es AutoCAD

Es un software creado en 1982 por la compañía norteamericana autodesk, que brinda altos estándares de calidad y es el más usado en la actualidad para lo que es diseño industrial, diseño gráfico y arquitectura. (Programas Informaticos, 2019)

2.14.1.2. Para qué sirve AutoCAD

Mediante este programa podemos crear planos gracias a sus versiones modernas, además podemos crear diseños realistas en 3D y gracias a los modelados sólidos, mallas y superficies, incluso nos permite el acceso online de comandos e interfaces de programación API y no solo en 3D también se puede realizar el modelado en 2D gracias a sus opciones de edición, dibujo y anotación. (Programas Informaticos, 2019)

Figura 42
Modelado 3D en AutoCAD



Nota. En la figura 42 se aprecia un diseño con acotación en 3D. Tomado de (Programas Informaticos, 2019)

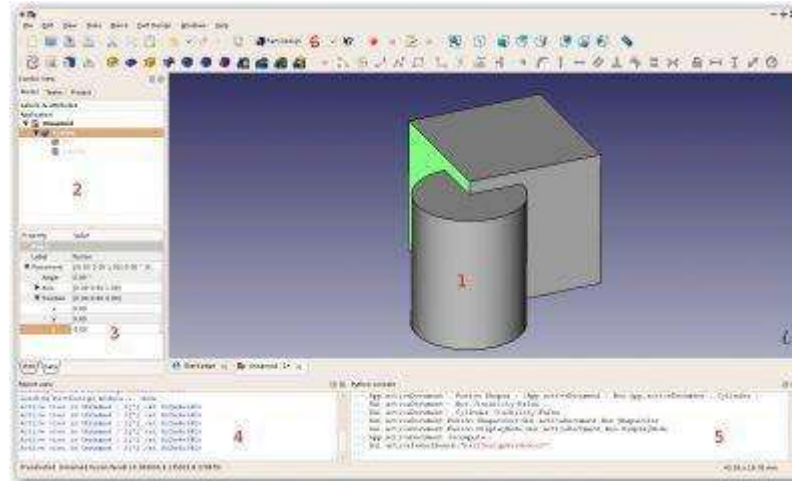
2.14.1.3. Funciones de AutoCAD

- Funcionalidad como texto, columnas o contornos.
- Permite el acceso a comandos para un trabajo ágil y fluido.
- Recuperación rápida de vistas.
- Permite realizar sólidos tridimensionales.
- Proyección real de vistas.
- Gracias a AutoCAD 360 nos permite recuperar proyectos y archivos.

2.14.2. FreeCAD

El programa de FreeCAD es conocido por la versión gratuita que brinda, ha ganado muchos usuarios de la comunidad del diseño CAD, brindando una experiencia única para cualquier persona si es novel o si es alguien ya experimentado este programa es muy fácil de usar. (Esspezo, 2019)

Figura 43
Programa FreeCAD



Nota. En la figura 43 se puede apreciar la vista del programa. Tomado de (Espezo, 2019)

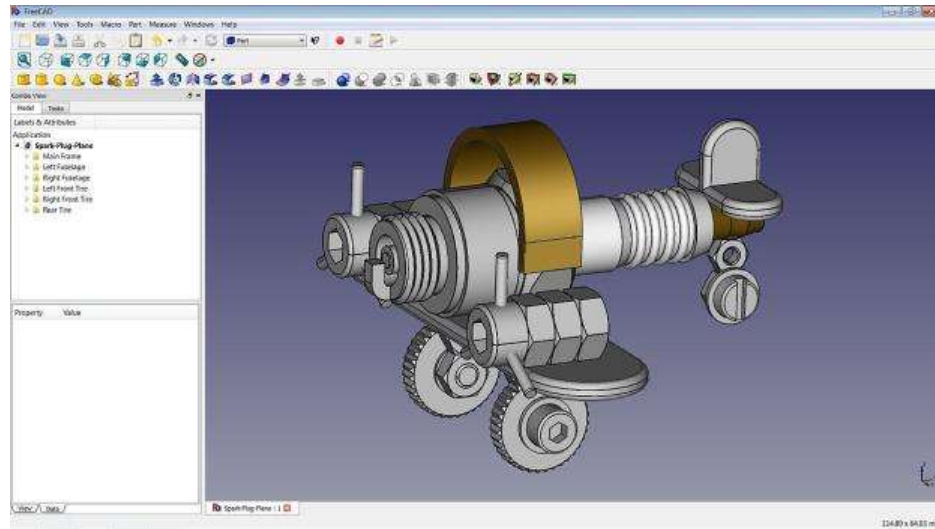
2.14.2.1. Que es FreeCAD

Este programa es un software desarrollado para el diseño asistido por computador ofreciendo sus trabajos en dos y tres dimensiones, que está basada con la tecnología Open CASCADE. (Deingenierias.com, 2020)

2.14.2.2. Para que sirve FreeCAD

Este programa es más utilizado para el diseño mecánico, y cualquier objeto en 3D que se pueda simular, gracias a las herramientas que ofrece nos permite crear cualquier tipo de figura geométrica de forma precisa en cuanto a dimensionamiento, posición, etc. incluso permite acceso al historial del modelo. (Deingenierias.com, 2020)

Figura 44
Modelado 3D en FreeCAD



Nota. En la figura 44 se puede apreciar una de las funciones de FreeCAD como es el modelado en 3D. Tomado de (Deingenierias.com, 2020)

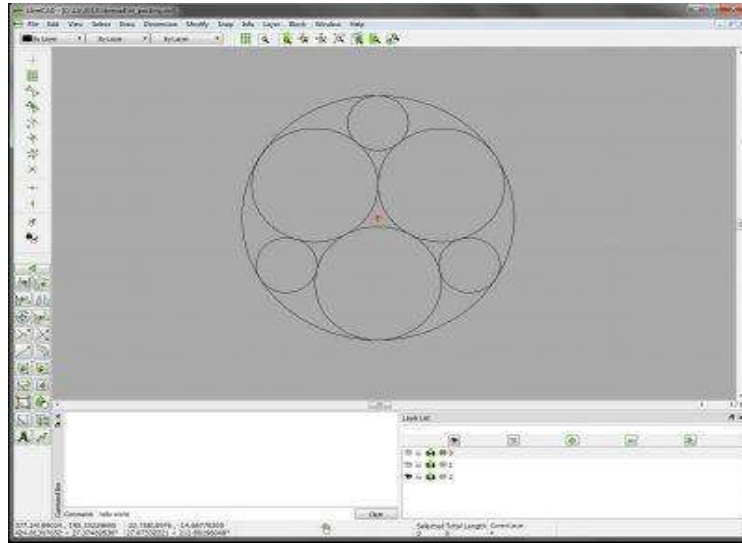
2.14.2.3. Características de FreeCAD

- Permite crear cualquier objeto.
- Sus dibujos se realizan en 2D y 3D controlando cada detalle de diseño.
- Más accesible, integrado y multiplataforma.
- Capaz de leer en varios formatos de archivos, STEP, IGES, SVG, etc.

2.14.3. LibreCAD

LibreCAD es un programa de opensource es similar en cuanto a al programa de FreeCAD por ser también gratuito, pero de un equipo de desarrollo diferente, es de multiplataforma y posee mucho contenido. (Esspezo, 2019)

Figura 45
Programa LibreCAD



Nota. En la figura 45 se puede apreciar el diseño del programa LibreCAD. Tomado de (Esspezo, 2019)

2.14.3.1. Características de LibreCAD.

- Ofrece herramientas de CAD 2D, derivados del antiguo Qcad.
- Cuenta con una interfaz de usuario sencilla
- Dispone de herramientas dinámico
- Posee soporte por capas y funcionalidad de este software.

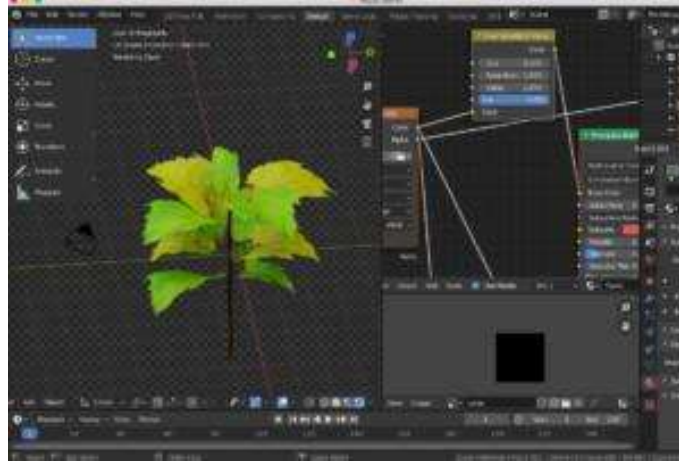
2.14.4. Blender

Este programa es más reconocido por ser un software para modelado en 3D, y que también tiene algunas opciones de diseño CAD, de igual manera este programa es gratuito y utilizado por profesionales. (Admina, 2020)

2.14.4.1. Qué es Blender

Blender es un programa que permite realizar modelados en 3D mediante herramientas como texturizada, pintada de texturas, editor de partículas, animaciones, etc, mejorando cada vez más desde su versión 2.80. (Admina, 2020)

Figura 46
Programa Blender



Nota. En la figura 46 se aprecia las opciones que ofrece este programa Blender.

Tomado de (Admina, 2020)

2.14.4.2. Modelado

Se trata de crear objetos del mundo real y manipular una malla compuesta por polígonos, permitiendo mover vértices y aristas. Además se puede realizar una escala adecuada de cada diseño arquitectónico. Incluso permite poner imágenes para mejores resultados del diseño. (Admina, 2020)

2.14.4.3. Renderizado

Este programa tiene la opción de eevee que permite pre visualizar, la opción de cycles es la opción principal para realizar el renderizado, creando así vistas muy realistas del diseño. (Admina, 2020)

2.14.4.4. Iluminación.

Podemos usar nodos o mapas de texturas para que los objetos sean reflejados mucho mejor y de la forma en que se requiera. (Admina, 2020)

2.14.4.5. Físicas.

Este programa permite realizar pruebas a los cuerpos rígidos como la gravedad, el desplazamiento o fricción. (Admina, 2020)

2.14.4.6. Modificadores.

Esta opción permite hacer cambios de malla, con la opción de activarlos y desactivarlos para no dañar el diseño principal. (Admina, 2020)

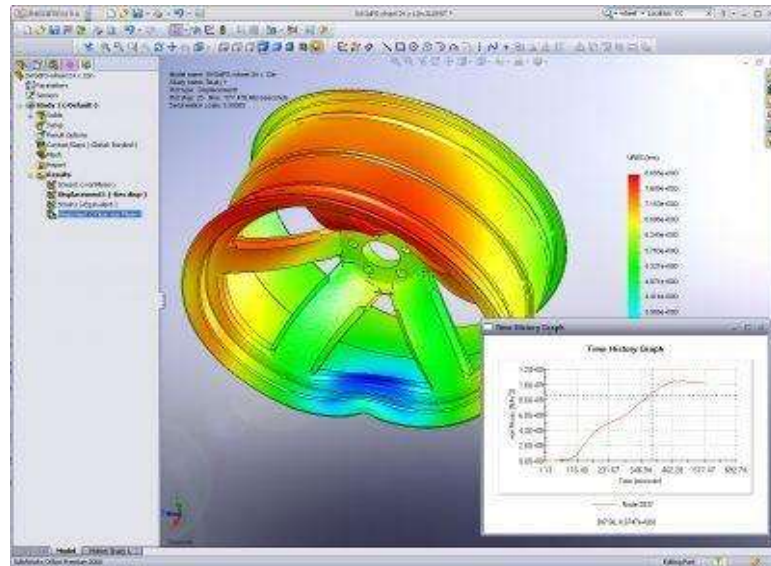
2.14.4.7. Características de Blender

- Gratuito
- Integra todo tipo de herramientas.
- Puede realizar trabajos en diferentes formatos.
- Lo encontramos para diferentes sistemas operativos.
- Muy ligero

2.14.5. SolidWorks- dibujo CAD

Este es un programa muy parecido a AutoCAD y está asociado al sector profesional, pero también está disponible para la parte educativa gratuita. Además permite la simulación de estructuras metálicas de dimensiones exactas y permite desarrollar pruebas y análisis de estos diseños. (Esspezo, 2019)

Figura 47
Programa SolidWorks- dibujo CAD



Nota. En la figura 47 se puede apreciar el diseño del programa de SolidWorks. Tomado de (Esspezo, 2019)

2.14.5.1. Qué es SolidWorks

Este software es un diseño asistido por computador que permite crear trabajos de simulación en 3D, y mediante funciones complejas desarrollar métodos de diseño mejorados de proyectos y maximizar la innovación. (Ayto Torrijos, 2019)

2.14.5.2. Uso de SolidWorks

SolidWorks es un software muy complejo que a nivel profesional se puede usar para las diferentes industrias como es la moda-deporte, industria automotriz, industria aeroespacial y la industria del diseño. (Ayto Torrijos, 2019)

Figura 48
Diseños en SolidWorks

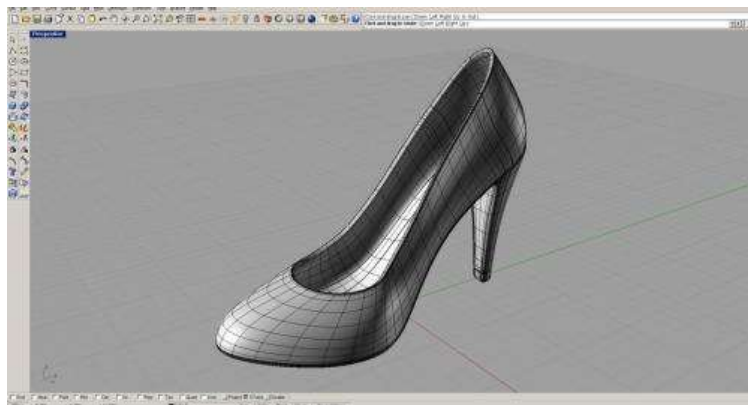


Nota. En la figura 48 se puede apreciar los usos de SolidWorks. Tomado de (Ayto Torrijos, 2019)

2.14.5.3. La industria de la moda y el deporte.

Para la fabricación de modas como calzados hasta diseños de bolsos, los equipos de ejercicios necesitan pasar por pruebas y análisis de esfuerzo, y gracias a este programa se puede realizar la simulación y tener una eficiencia en cuanto a costos, tiempo y eficiencia. (Ayto Torrijos, 2019)

Figura 49
SolidWorks en la industria de la moda.



Nota. En la figura 49 se puede apreciar el diseño de moda creada con SolidWorks.

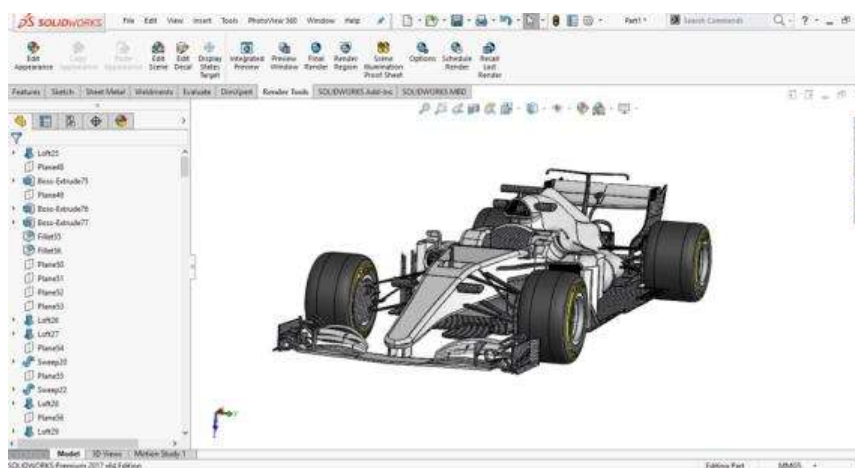
Tomado de (Ayto Torrijos, 2019)

2.14.5.4. Industria automotriz.

En la industria automotriz este programa es uno de los más utilizados en cuanto a la fabricación de piezas de repuestos, gracias a una colaboración en línea los usuarios pueden participar más en conjunto en alguna fase de proyecto, además de poder cambiar colores y tonos para simular cómo se vería en el vehículo, este método es muy utilizado para los diseños de vehículos de la fórmula 1. (Ayto Torrijos, 2019)

Figura 50

SolidWorks en la industria automotriz

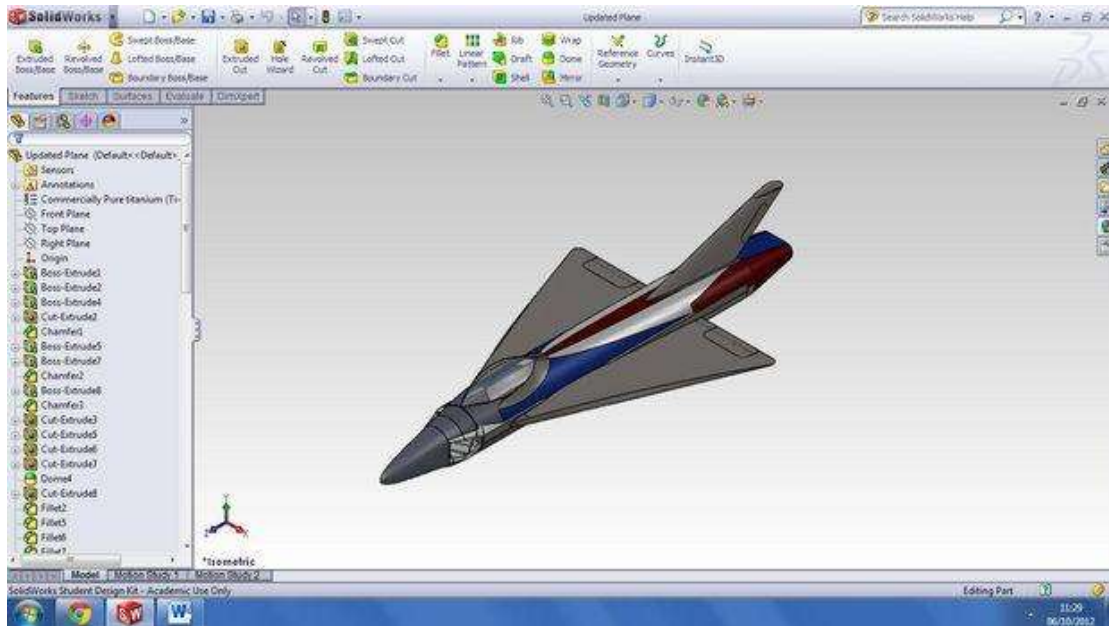


Nota. En la figura 50 se puede apreciar la simulación de un carro de fórmula 1 mediante el programa de SolidWorks. Tomado de (Ayto Torrijos, 2019)

2.14.5.5. Industria aeroespacial

Para esta industria de gran importancia la simulación de diseños aeroespaciales, ya que ninguna prueba física se podrá llevar a cabo sin las debidas pruebas de simulación, para ello SolidWorks nos permite realizar con ayuda de las distintas herramientas una amplia personalización del proyecto. (Ayto Torrijos, 2019)

Figura 51
SolidWorks en la industria aeroespacial



Nota. En la figura 51 se puede apreciar la simulación para la industria aeroespacial.

Tomado de (Ayto Torrijos, 2019)

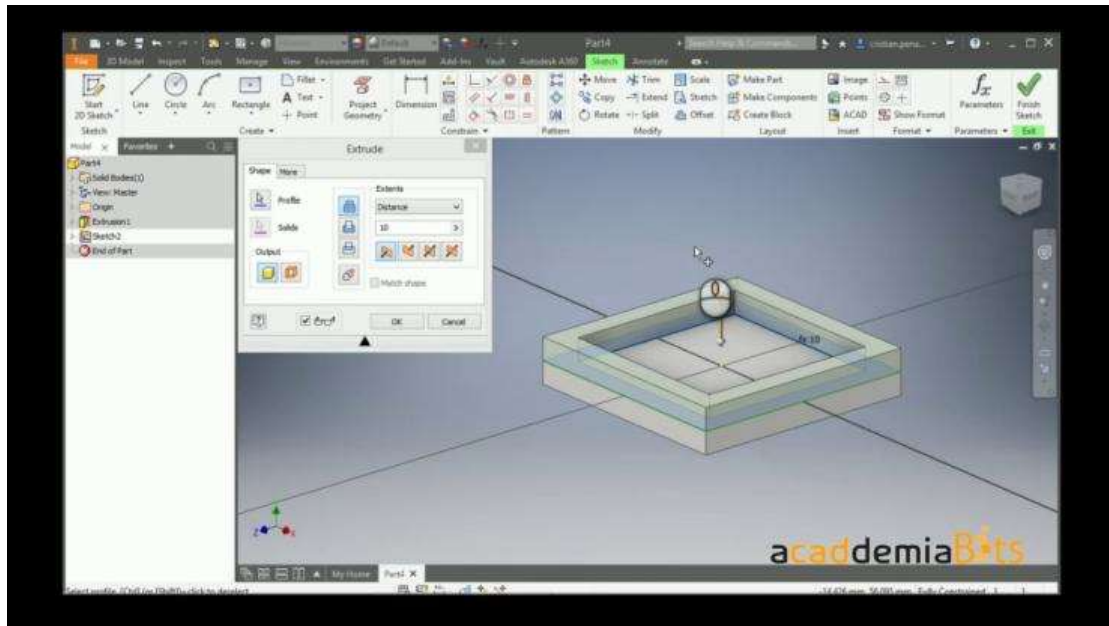
2.14.5.6. Características de SolidWorks

- Eficiente diseño en 3D
- Proporciona visualización realista y pruebas virtuales de pre-fabricación.
- Mejorar la compatibilidad con el cliente o proveedor.
- Posee aplicaciones para análisis, cinemático, dinámico, tensión, deflexión, vibración, etc.

2.14.6. Autodesk inventor.

La empresa Autodesk que es la más conocida por los diseñadores y arquitectos, ha facilitado al diseño CAD gracias a su programa de Inventor ya que brinda opciones para simular distintas estructuras en 3D gracias al uso de herramientas profesionales que permiten realizar diseños mecánicos, acotados y analizados con exactitud. Además de

Figura 53
Modelado paramétrico en Inventor

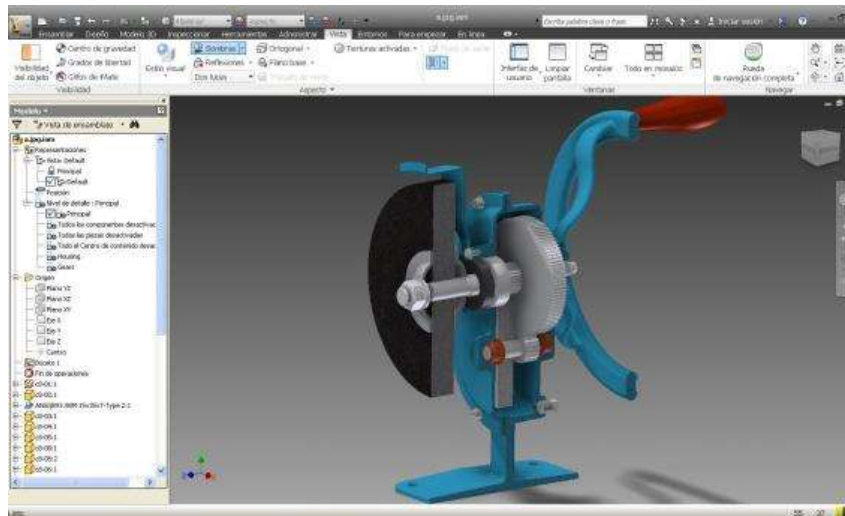


Nota. En la figura 53 se puede apreciar un ejemplo de modelado paramétrico. Tomado de (Perdomo, 2020)

2.14.6.3. Modelado de ensamblajes.

Para lo que es el diseño de estructuras en tubos y tuberías, esta opciones mejora considerablemente el trabajo de ensamblaje, esto permite crear componentes normalizados con otra, y así mantener los estándares necesarios para la simulación. (Perdomo, 2020)

Figura 54
Ensamblaje en inventor

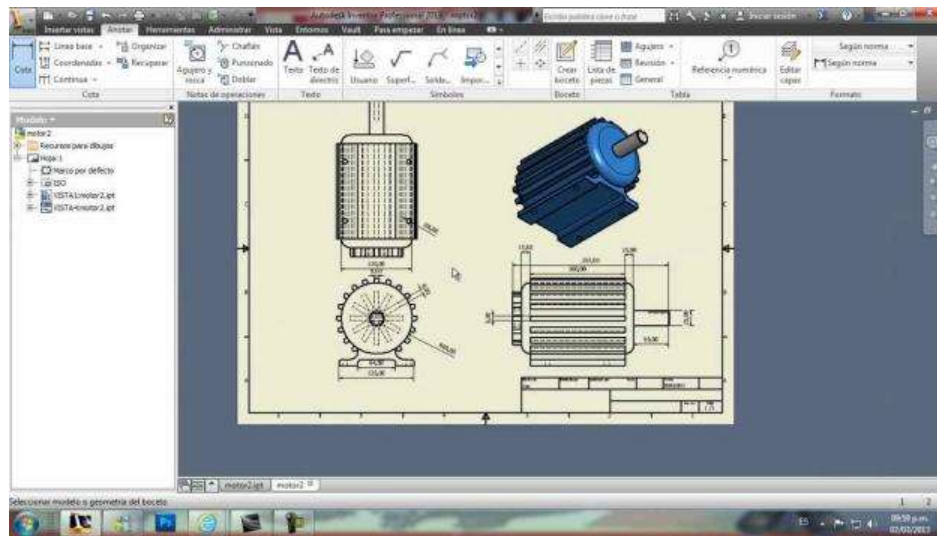


Nota. En la figura 54 se puede apreciar un ejemplo de modelado de ensamblaje de distintas piezas. Tomado de (Perdomo, 2020)

2.14.6.4. Creación de dibujos

Al utilizar este programa nos permite realizar dibujos con perfectos diseños y poder variar las vistas como es la proyección seleccionada o cambiar de orientación, o crear una vista auxiliar para un excelente ensamblaje, incluso podemos insertar anotación, definir materiales, incorporar efectos de sombreados y relleno, o incluir diseño de imágenes y texto en 2D. (Perdomo, 2020)

Figura 55
Vistas de un dibujo en inventor.



Nota. En la figura 55 se puede apreciar un ejemplo de una creación de dibujos añadiendo anotación y texto en 2D. Tomado de (Perdomo, 2020)

Capítulo III

3. Desarrollo del proyecto

3.1. Dimensionamiento del Remolque de Bicicleta.

Para la creación del remolque de bicicleta se tomó en cuenta el dimensionamiento adecuado como es el largo, ancho y alto. Para ello el primer paso que se tomó es medir los paneles solares que van a ser montados en este remolque.

3.1.1. Mediciones del panel solar

Figura 56

Medición de los paneles solares



Nota. En la figura 56 se puede apreciar la medición de panel a lo ancho es de 41cm.

Tomando en cuenta que son dos paneles este tomaría la forma del largo del remolque.

Figura 57

Mediciones del panel a lo largo



Nota. En la figura 57 se puede apreciar la medida a lo largo del panel que mide 35cm, tomando en cuenta que son 2 paneles solares esta sería el ancho del remolque dando y suma total de 70 cm de ancho para el remolque.

Para el soporte del remolque se realizará un diseño de marco, y por ende es necesario medir el grosor de los paneles.

Figura 58

Medidas para el marco del panel



Nota. En la figura 58 se puede apreciar la toma de medida del grosor que tiene el panel, ya que esta será la medida que los marcos tendrá para que se pueda fijar correctamente al remolque.

Para la altura del remolque se toma en cuenta el alto de la bicicleta y de acuerdo a ello se tomó la medida.

Figura 59

Medidas para el enganche del remolque



Nota. En la figura 59 se puede ver la bicicleta en la que se considera que el remolque debe tener una altura a media con respecto a la bici.

Tabla 9

Medidas para el cajón del remolque

medidas del remolque	largo	ancho	alto
	46 cm	70cm	25cm

Nota: En la tabla 9 se muestran las medidas obtenidas para el remolque, esto considerando el dimensionamiento de los paneles solares.

3.2. Selección del material

Considerando que el remolque debe tener un peso adecuado en el que la bicicleta sea capaz de jalar y a la vez que el remolque no pierda estabilidad por someterle a arduos caminos difíciles, tomamos 2 materiales en consideración.

3.2.1. Aluminio

El aluminio es un material muy utilizado en la construcción de diseños estructurales por lo que se toma en cuenta y se analizó las siguientes características:

Tabla 10
Datos del tubo de aluminio

dimensión (mm)	pared (mm)	peso(kg/m)
10	1.0	0,1
12	2.0	0,22
15	1.0	0,15
16	1.5	0,24
20	1.5	0,31
20	2.0	0,4

Nota. En la tabla 10 se puede apreciar acerca de los datos que tiene el tubo de aluminio.

El tubo cuadrado de aluminio se consideró como el material más liviano, pero el inconveniente que nos presenta es que, por falta de peso el remolque puede perder estabilidad llegando a la situación de un volcamiento, en la se deduce que no es un material adecuado para la construcción.

3.2.2. Tubo cuadrado negro

El tubo cuadro negro fue considerado como otro material adecuado para la construcción ya que al verificar sus características se obtuvo lo siguiente:

Tabla 11
Datos del tubo cuadrado negro

Dimensiones(mm)	espesor (mm)	peso(kg/m)
20	1.2	0.72
20	1.5	0.88
25	1.2	1.14
30	1.2	1.09
40	1.2	1.80
50	1.5	2.29

Nota. En la tabla 11 se puede apreciar los datos que presenta el tubo negro.

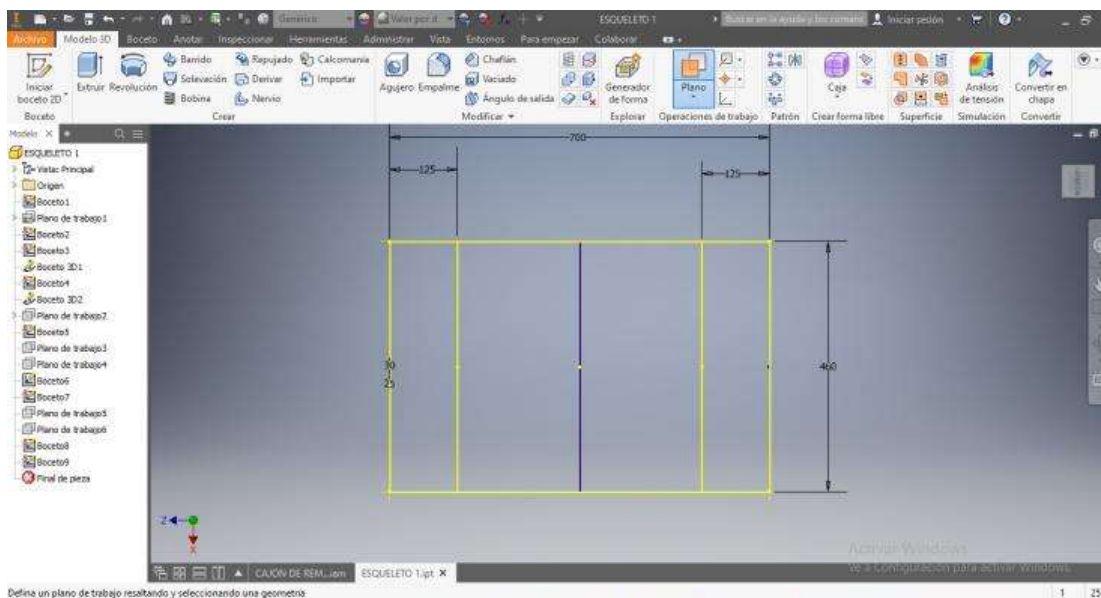
El tubo cuadrado negro de 20x20mm con un espesor de 1.2mm y peso de 0,72 kg/m se considera el más indicado para la construcción del remolque ya que por su peso que tiene y a diferencia del material de aluminio que es menor.

3.3. Diseño del remolque en autodesk inventor.

3.3.1. Cajón del remolque.

Mediante el programa de autodesk inventor se diseñó el cajón del remolque, considerando que las medidas en este programa vienen en milímetro se realizó las dimensiones del remolque.

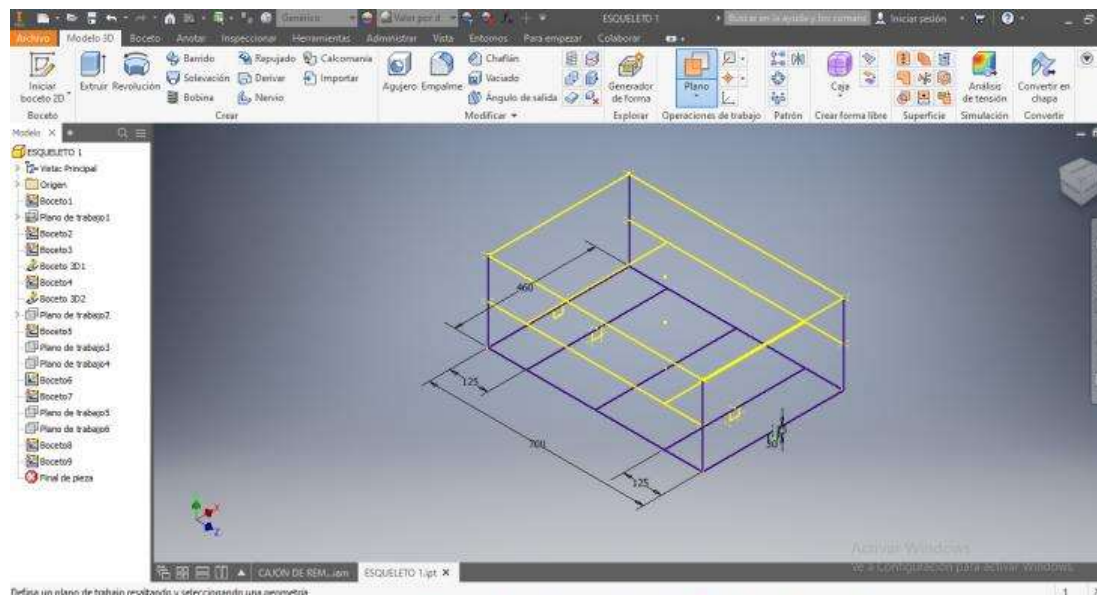
Figura 60
Dimensiones del cajón del remolque



Nota. En la figura 60 se puede apreciar la forma del remolque tomada las medidas en milímetros.

Mediante la utilización de funciones como proyección de geometría que nos proporciona el programa se realizó el diseño de cajón para luego darle la estructura correspondiente.

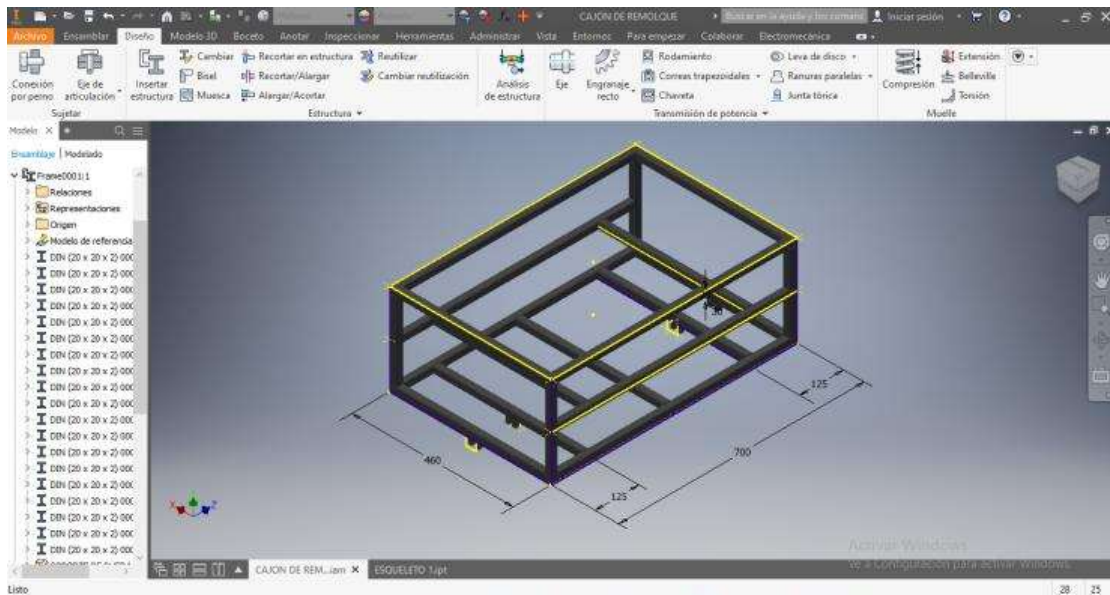
Figura 61
Modelado en 3D de la estructura



Nota. En la figura 61 se puede apreciar ya el diseño de cajón con las debidas separaciones para la parte donde van ubicados los neumáticos.

El siguiente proceso es realizar la estructura con la función de insertar estructuras, cabe recalcar que aquí se utilizó la normativa DIN 20x20x2 para cada tubo que se va insertar.

Figura 62
Diseño de estructura según norma DIN

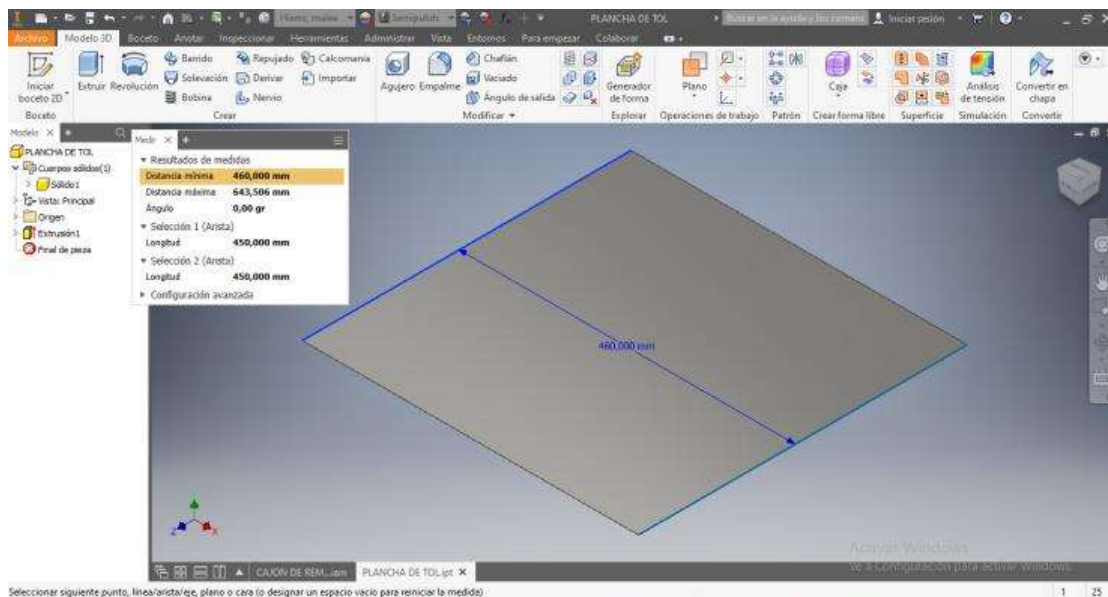


Nota. En la figura 62 se puede apreciar la estructura ya realizada con material de tubo negro cuadrado, aquí se puede ver el dimensionado los espacios donde van colocadas las llantas.

3.3.2. Base de tol

Para el piso del remolque se utilizó como material la plancha de tol galvanizado, y se tomó las medidas desde los bordes interiores de donde van ubicadas las llantas del remolque.

Figura 63
Piso del remolque con material galvanizado

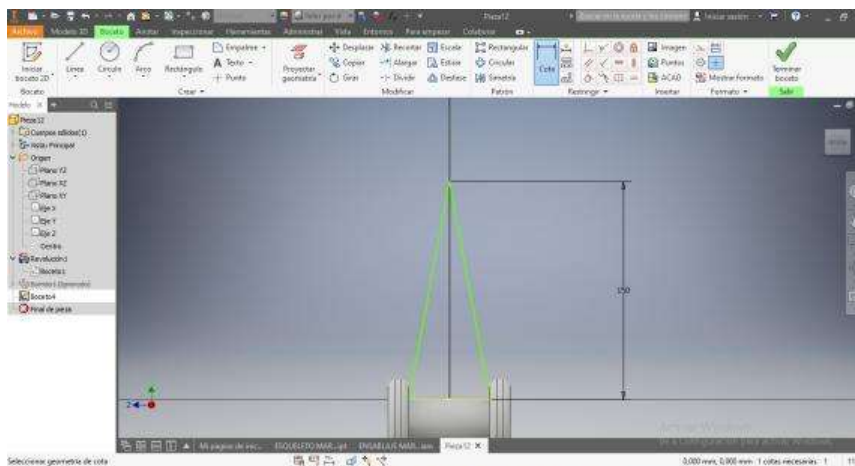


Nota. En la figura 63 se puede apreciar el diseño de la plancha de tol galvanizado con las medidas respectivas para el piso del remolque.

3.3.3. *Diseño de la rueda*

Para el diseño de la rueda del remolque se realizó primero la denominada manzana con la opción de revolución que el programa posee, y además creando planos de trabajo para armar los radios de los aros.

Figura 64
Diseño de la manzana de la rueda

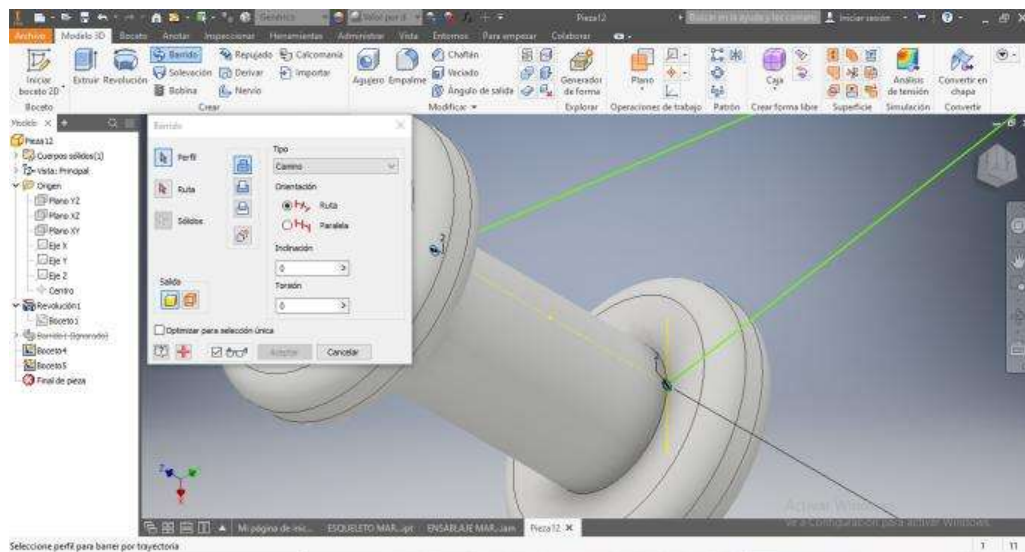


Nota. En la figura 64 se puede apreciar el diseño de la manzana en la cual se aplican planos de trabajo para hacer los radios.

Tomamos un plano xz para realizar el dibujo de un círculo y con la opción de barrido procedemos a formar los radios.

El barrido se encarga de diseñar un boceto recorriendo las líneas colocadas.

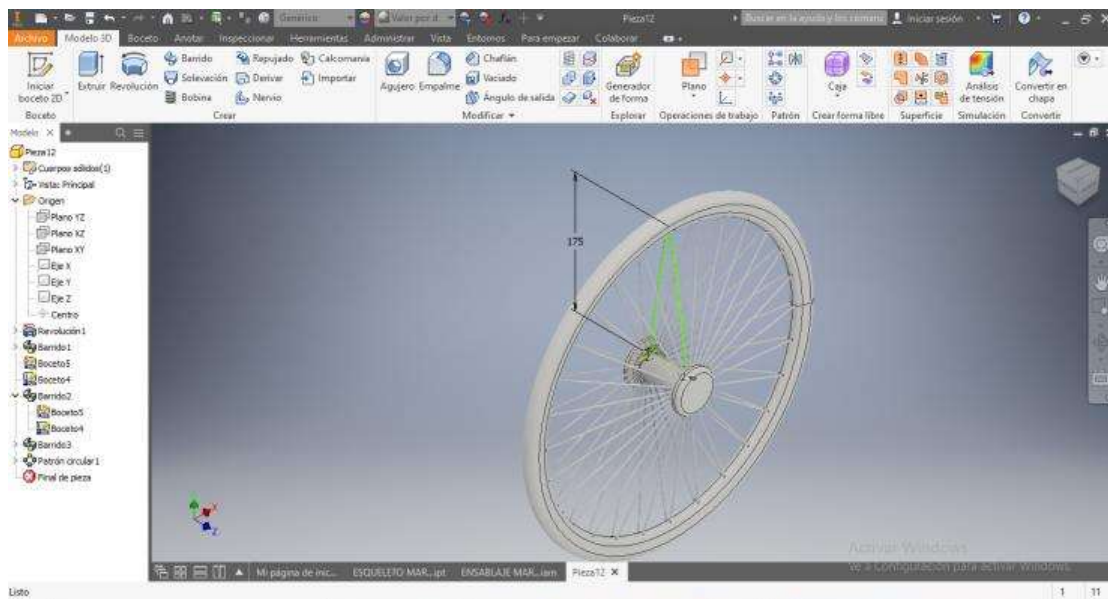
Figura 65
Utilización de la opción de barrido en inventor



Nota. En la figura 65 se puede apreciar la utilización del barrido para formar los radios de las ruedas.

Para diseñar el aro y las ruedas se utilizó planos paralelos, dando una distancia de 175 mm, que sería las medidas de los radios, y con ayuda de la opción de revolución se formó las ruedas.

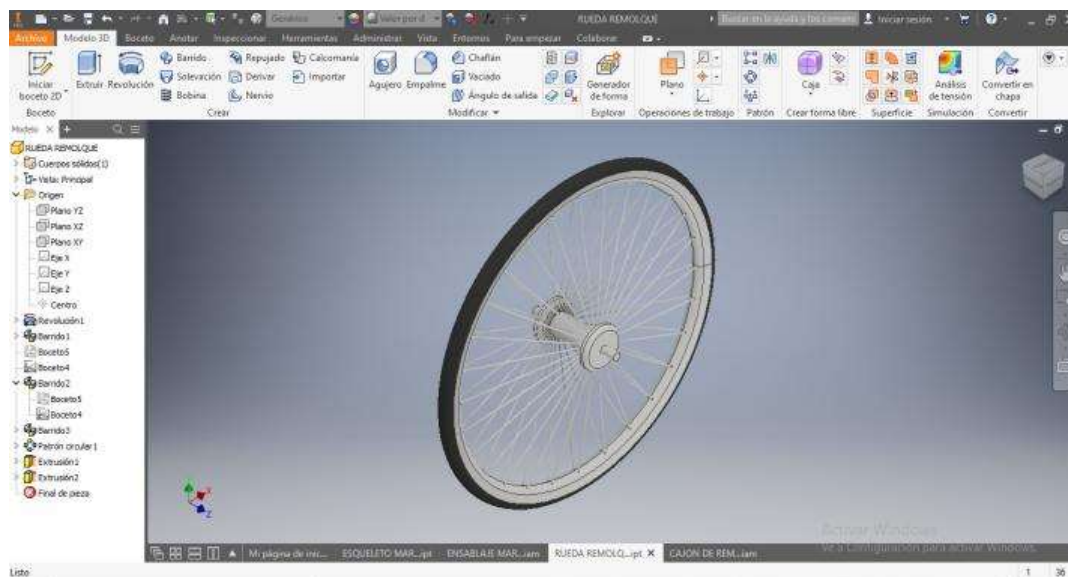
Figura 66
Diseño del aro y los radios en inventor



Nota. En la figura 66 se puede apreciar el diseño de los radios, aro, y los neumáticos.

Al terminar de formar las ruedas es necesario darle el material adecuado, para el caso del neumático se utilizó el caucho, y para la parte del aro se colocó el aluminio brillante.

Figura 67
Materiales para la rueda del remolque



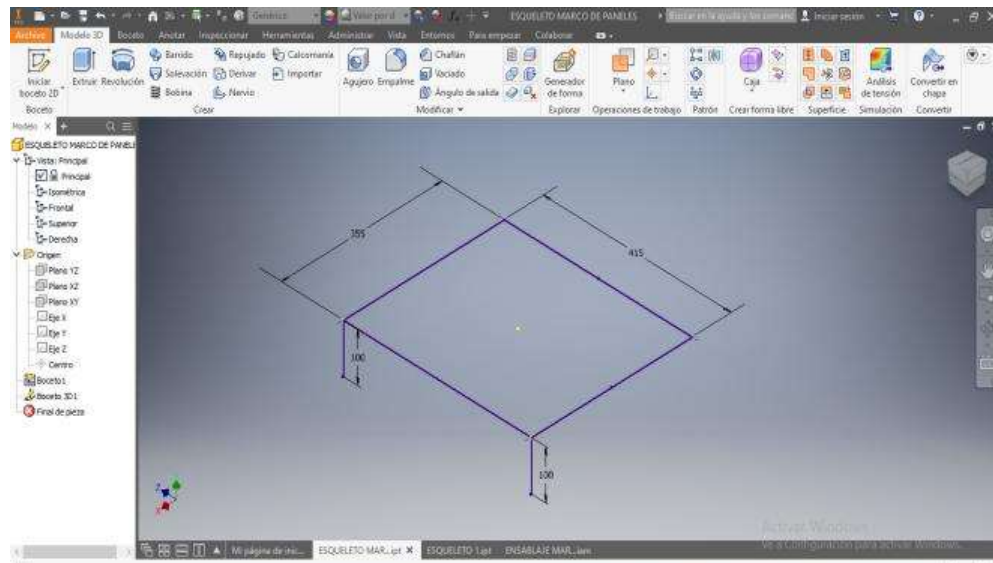
Nota. En la figura 67 se puede apreciar a la rueda terminada con sus respectivos materiales de cada parte.

3.3.4. *Diseño de las bases de los paneles*

Para realizar el diseño de las bases para los paneles se dimensionó acorde a las medidas que fueron tomadas de los paneles, para se diseñó en forma de marco.

Figura 68

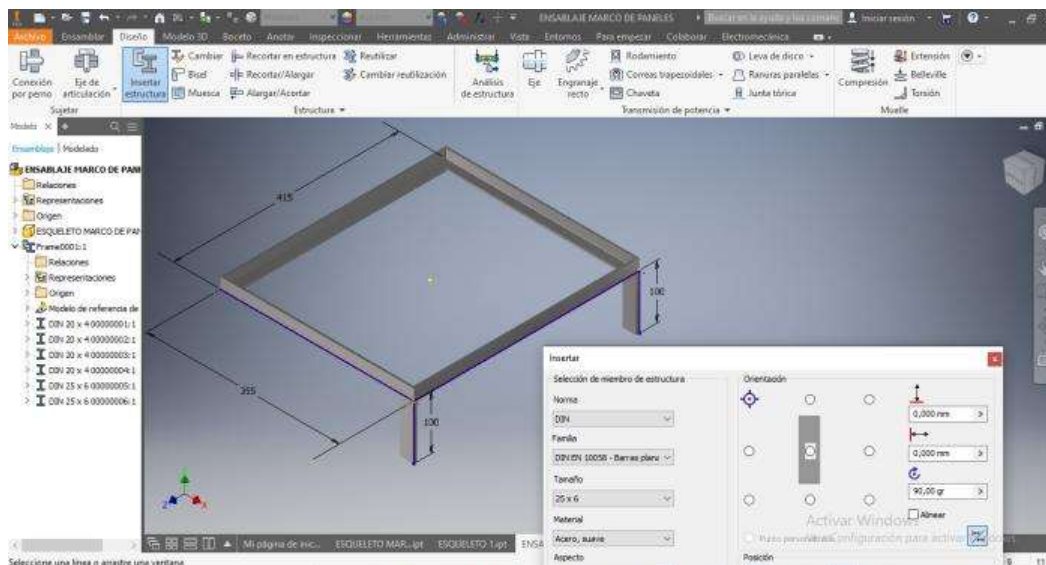
Medidas para el diseño del marco de los paneles



Nota. En la 68 se puede apreciar el dibujo en 3D acotado a las medidas de los paneles.

Para el diseño del marco se utilizó la opción de insertar estructura y seleccionamos para la normativa DIN de sección angular y que se generen los marcos.

Figura 69
Estructura con ángulos según norma DIN

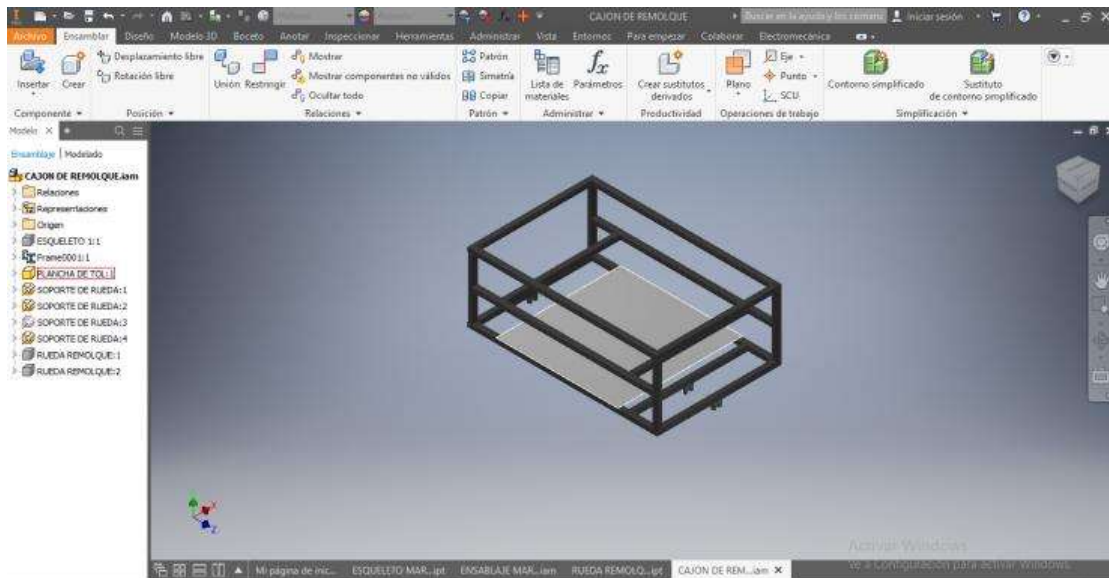


Nota. En la figura 69 se puede apreciar el diseño del soporte para los paneles solares, que se realizó mediante la opción de insertar estructuras.

3.3.5. Ensamblaje

Para el ensamblaje primero se insertó la plancha de tol que este sería la base para colocar objetos en el remolque, esto se realizó utilizando la función de restricción y así poder fijar a la estructura.

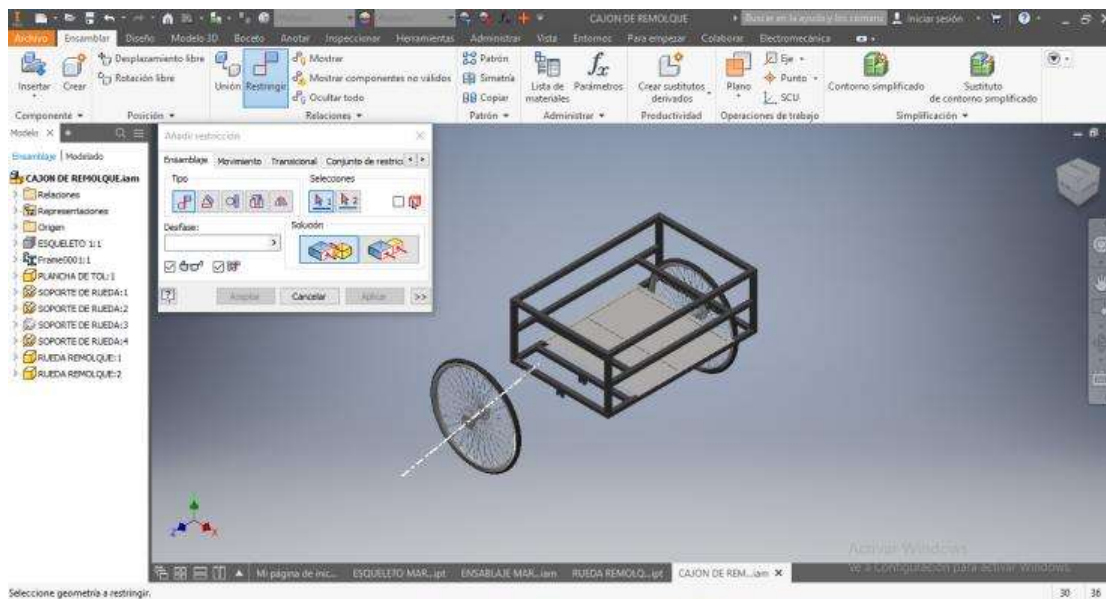
Figura 70
Ensamblaje del cajón y piso Galvanizado



Nota. En la figura 70 se puede apreciar el ensamblaje de la plancha de tol a la estructura del remolque

Luego de terminar de ensamblar la plancha de tol, se insertó las dos ruedas, y mediante la función de restricción se logró fijar las ruedas a los soportes de fijación que tiene la estructura.

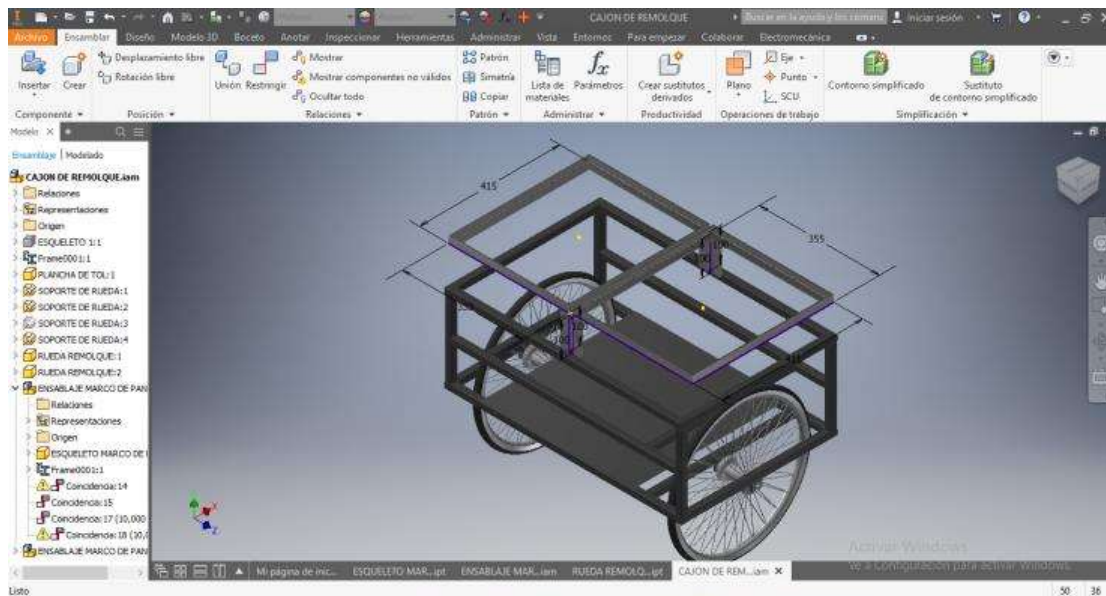
Figura 71
Restricción de la rueda al cajón del remolque.



Nota. En la figura 71 se puede apreciar el ensamblaje de las ruedas utilizando la opción de restricción.

El siguiente paso fue ensamblar las bases de los paneles, mediante restricciones en los soportes de los marcos con los tubos superiores de la estructura,

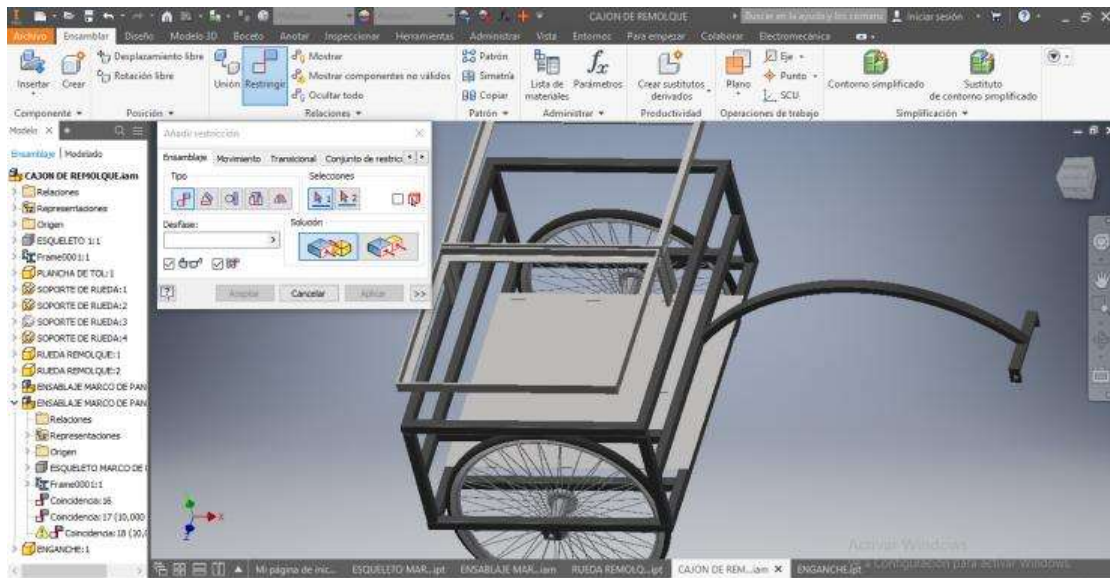
Figura 72
Ensamblaje de base para los paneles



Nota. En la figura 72 se puede apreciar las bases de los paneles solares fijados al remolque.

Para el caso del enganche se realizó una restricción con el tubo intermedio de la estructura

Figura 73
Fijación del enganche

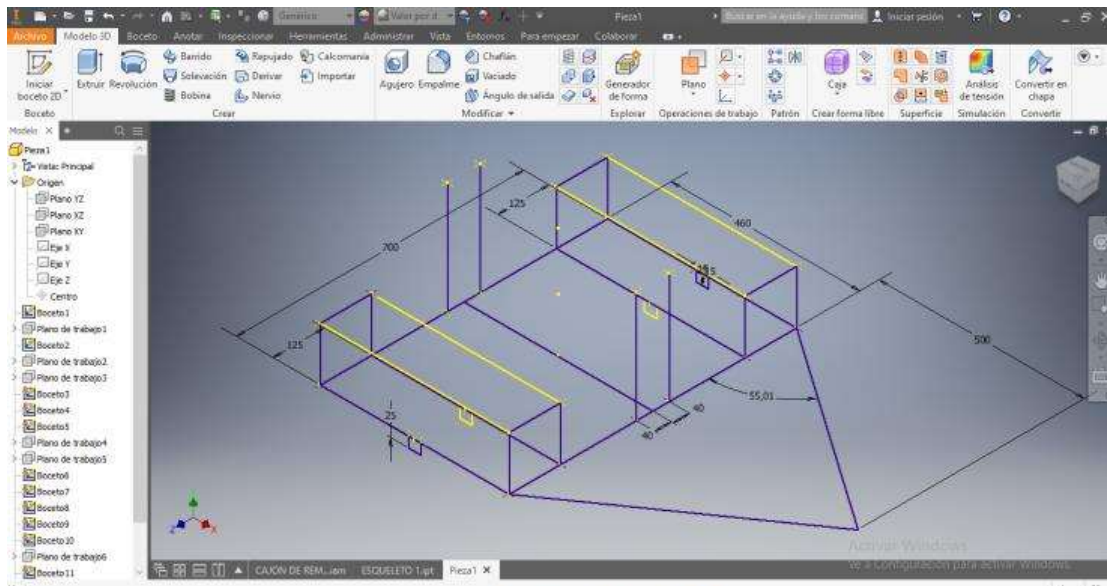


Nota. En la figura 73 se puede apreciar el enganche fijado ya al remolque.

3.3.6. Rediseño del remolque.

Con la finalidad de seguir reduciendo peso en el remolque para que la bicicleta no pierda mucho rendimiento en cuanto a velocidad y potencia en el sistema eléctrico se rediseñó la forma del remolque original, reduciendo partes de la estructura que no era necesario de que estén colocados.

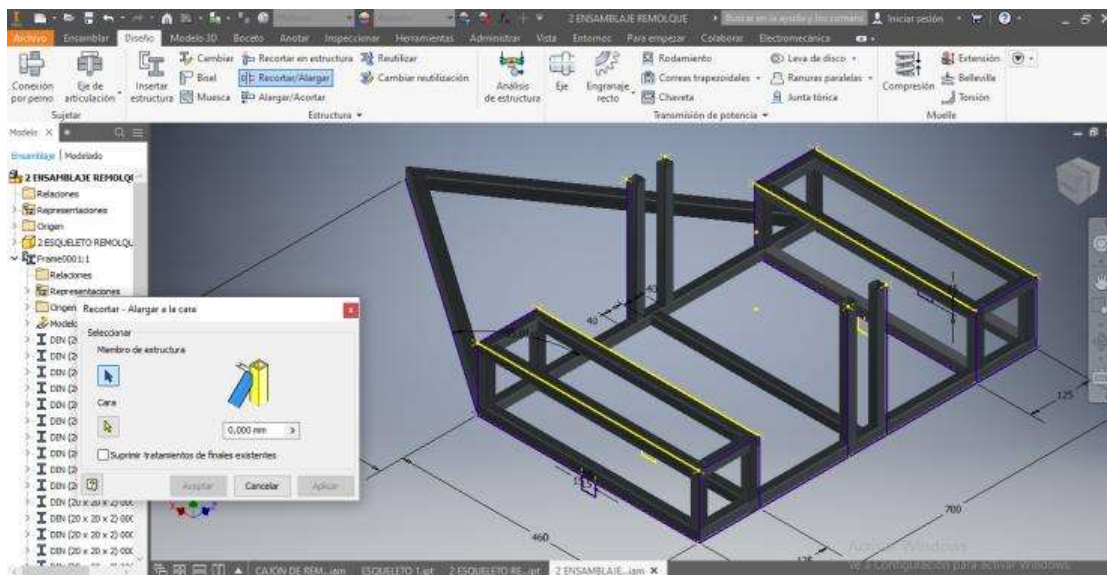
Figura 74
Rediseño del remolque



Nota. En la figura 74 se puede apreciar en rediseño del remolque con una diferente forma de enganche

Para que el remolque tenga una mayor estabilidad se realizó el aumento de una barra triangular y desde este punto fijar al enganche.

Figura 75
Diseño de la estructura en inventor

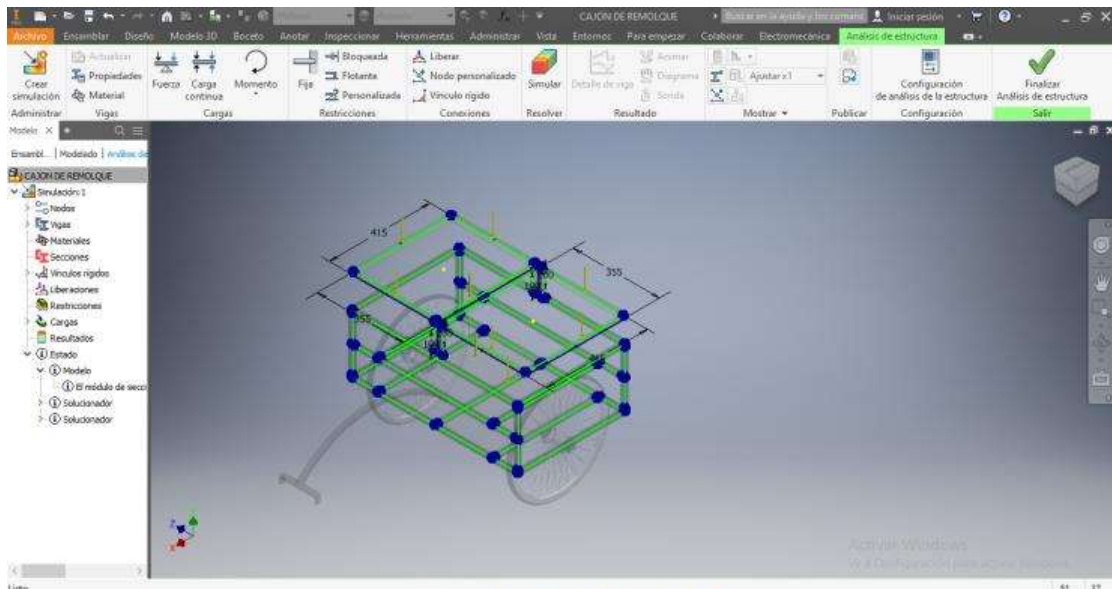


Nota. En la figura 75 se puede apreciar la estructura del remolque terminado en su nuevo diseño.

3.3.7. Análisis de la estructura del remolque.

Como primer paso para el análisis se tomó toda la estructura y con la opción de análisis de estructura que tiene el software se verificó cada punto.

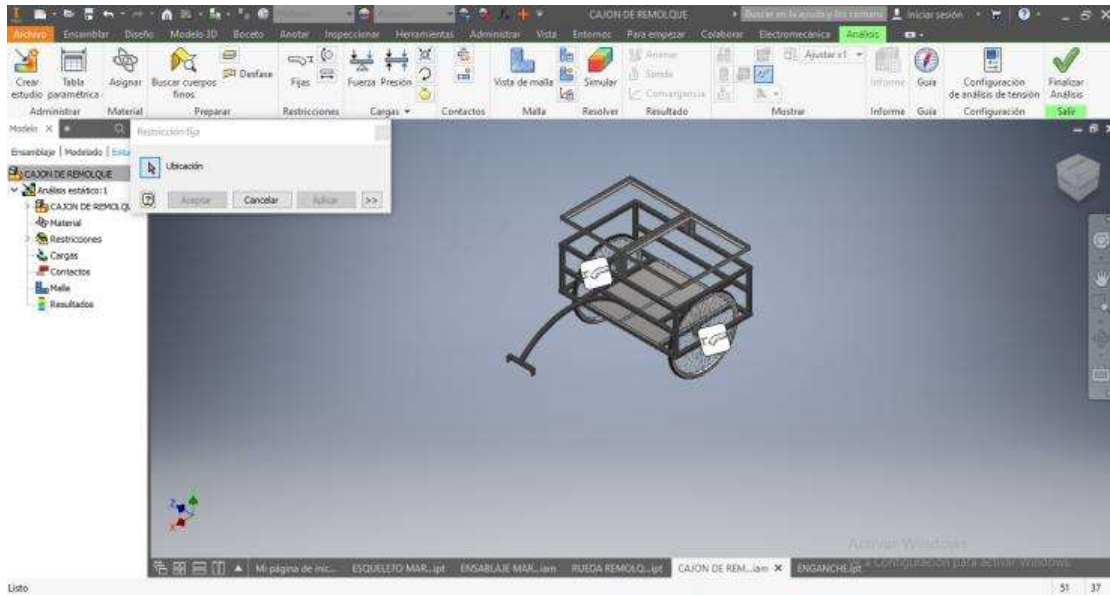
Figura 76
Análisis de estructura



Nota. En la figura 76 se puede apreciar cómo se realiza el análisis de estructura.

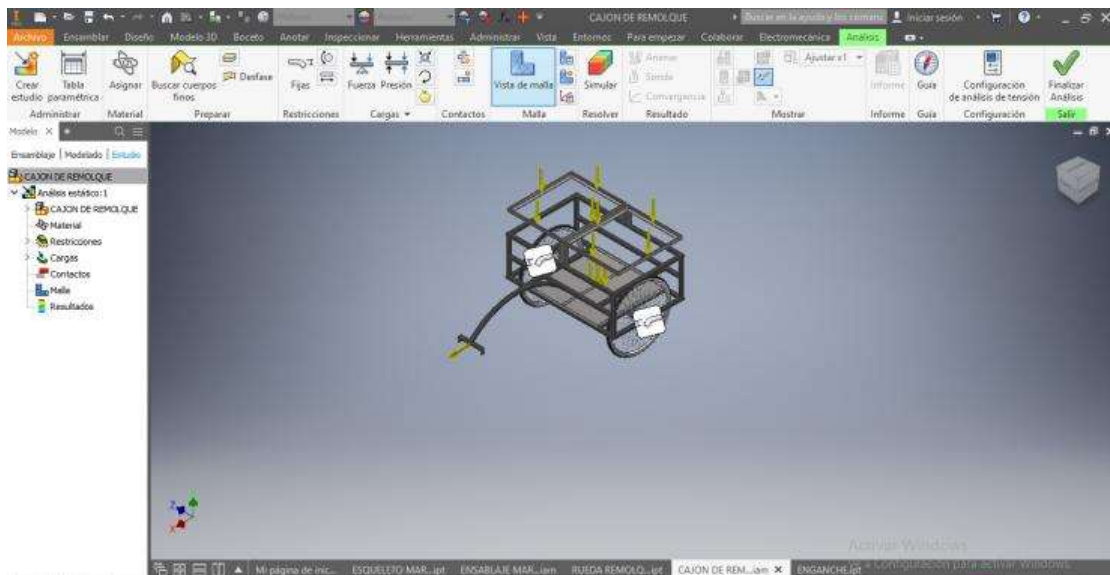
Para hacer el análisis de tensión se sigue un serie de pasas, el primero es fijar los puntos que van a fijos para el soporte de cargas.

Figura 77
Fijación de las ruedas para el análisis



Nota. En la figura 77 se puede apreciar las partes que están fijadas en el remolque.

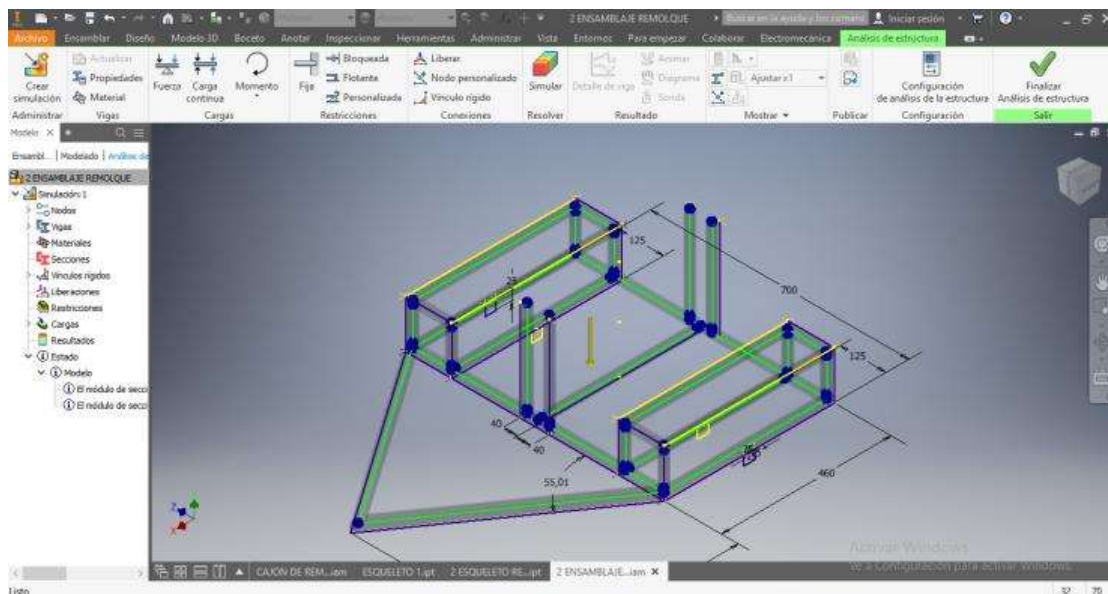
Figura 78
Puntos de carga en el remolque



Nota. En la figura 78 se puede apreciar los puntos de carga que soportará el remolque.

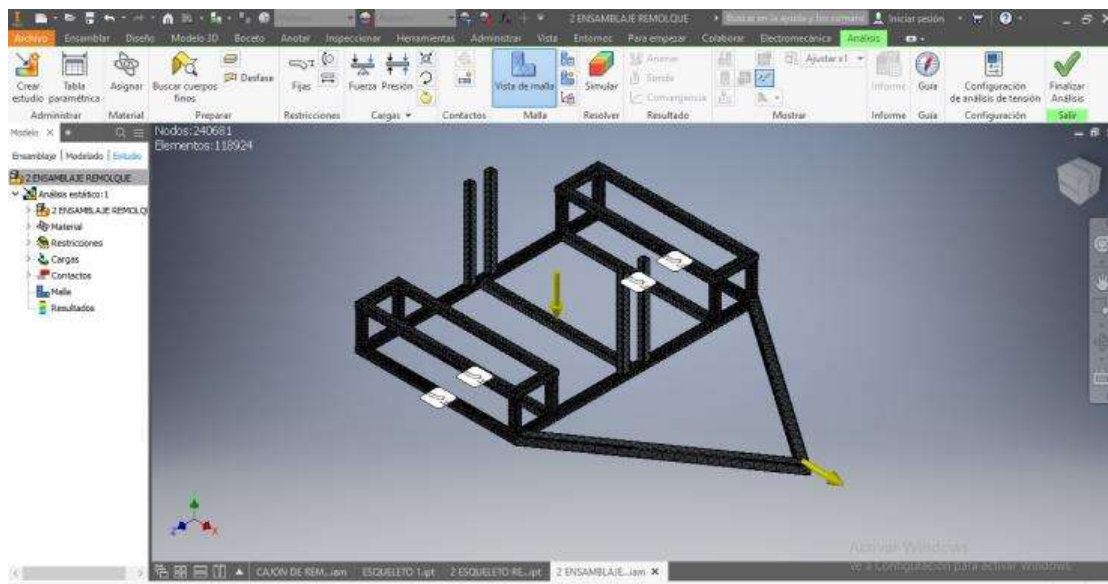
También se realizó el análisis de estructura del remolque rediseñado

Figura 79
Segundo análisis de estructuras



Nota. En la figura 79 se puede apreciar el análisis de estructura.

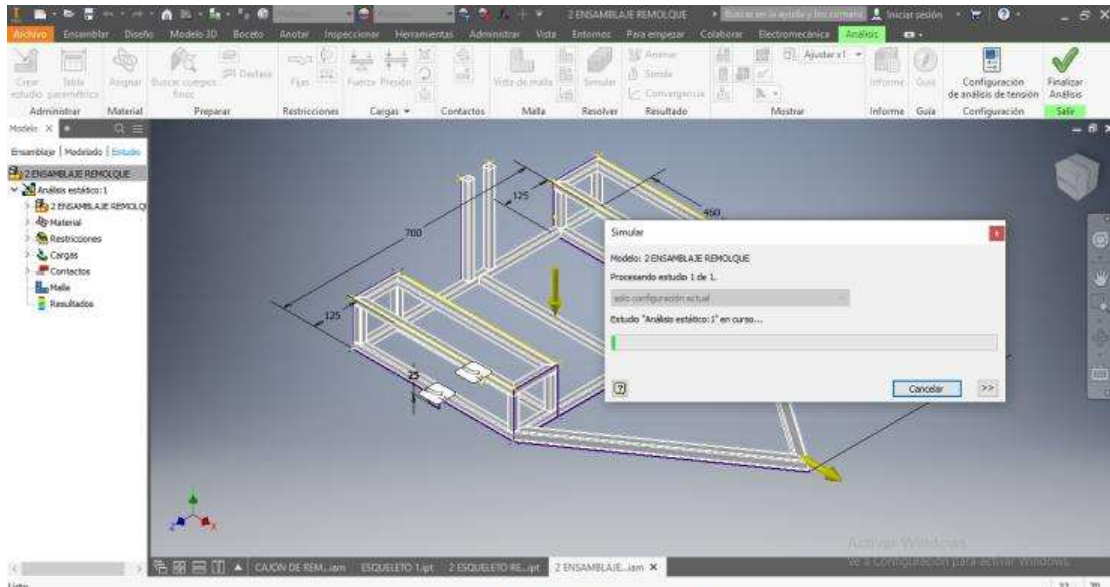
Figura 80
Puntos de fijación para el análisis



Nota. En la figura 80 se puede apreciar los puntos fijos que tiene el remolque y la vista de la malla.

Una vez fijado los puntos y las cargas que soportará la estructura del remolque se procede a ver la simulación del análisis de tensión.

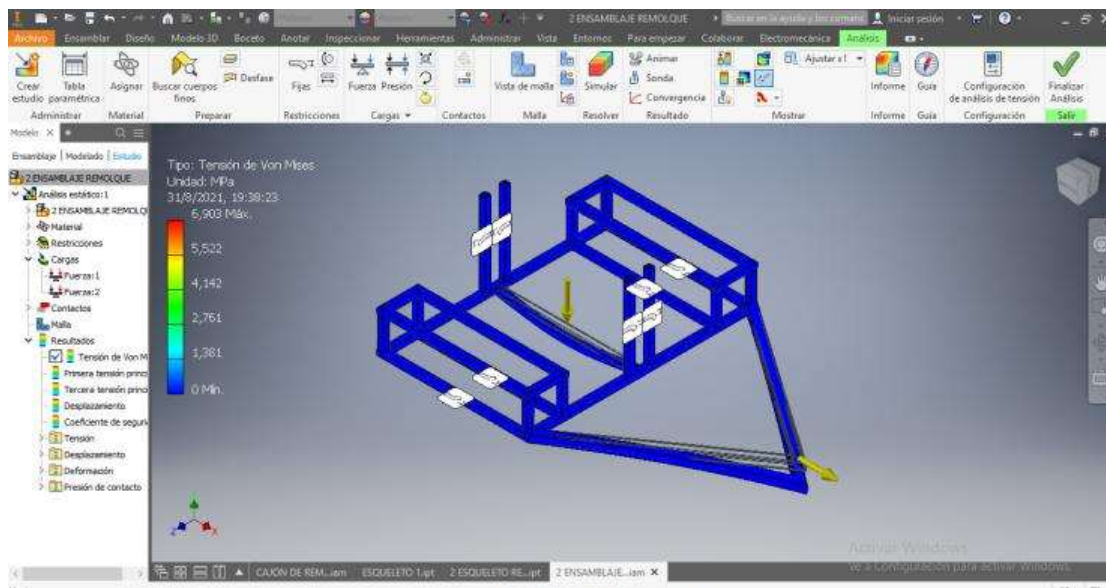
Figura 81
Simulación del análisis



Nota. En la figura 81 se puede apreciar la ejecución de análisis de tensión.

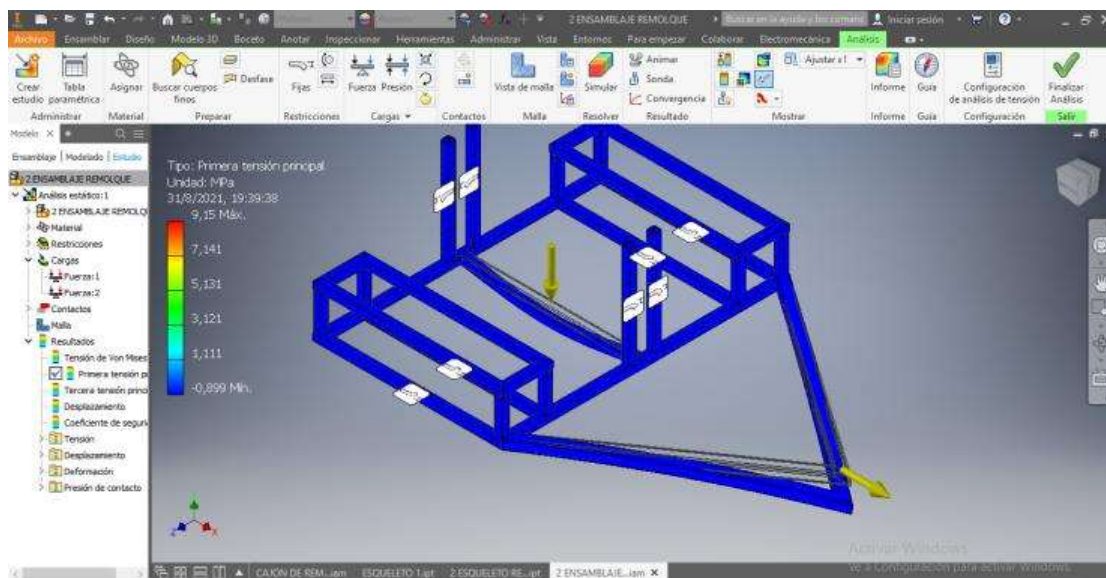
En la tensión de von mises nos da como resultado una unidad máxima de 6,903 MPa lo que indica que la estructura tiende a tensionarse adecuadamente.

Figura 82
Tensión de von mises



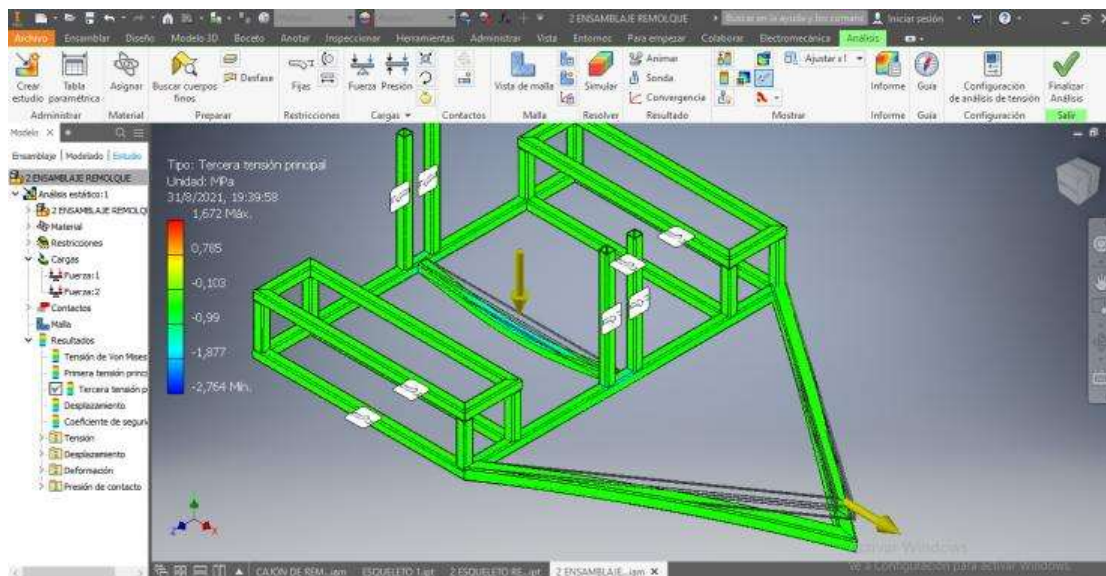
Nota. En la figura 82 se puede apreciar la tensión de von mises

Figura 83
Primera tensión principal



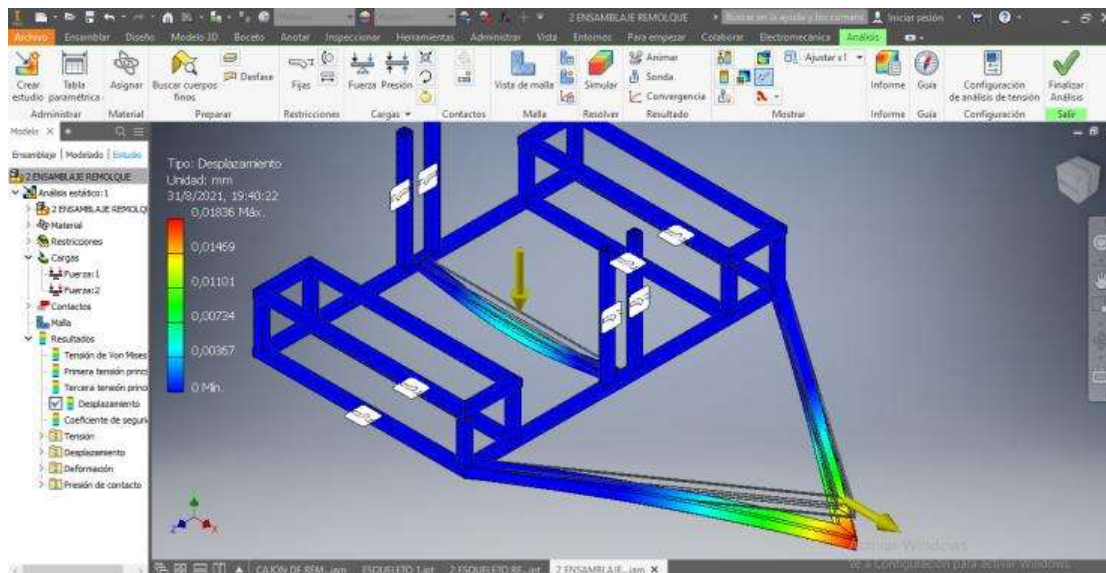
Nota. En la figura 83 se puede apreciar la primera tensión principal que se puede ver que presenta un máximo de 9,15 MPa.

Figura 84
Tercera tensión principal



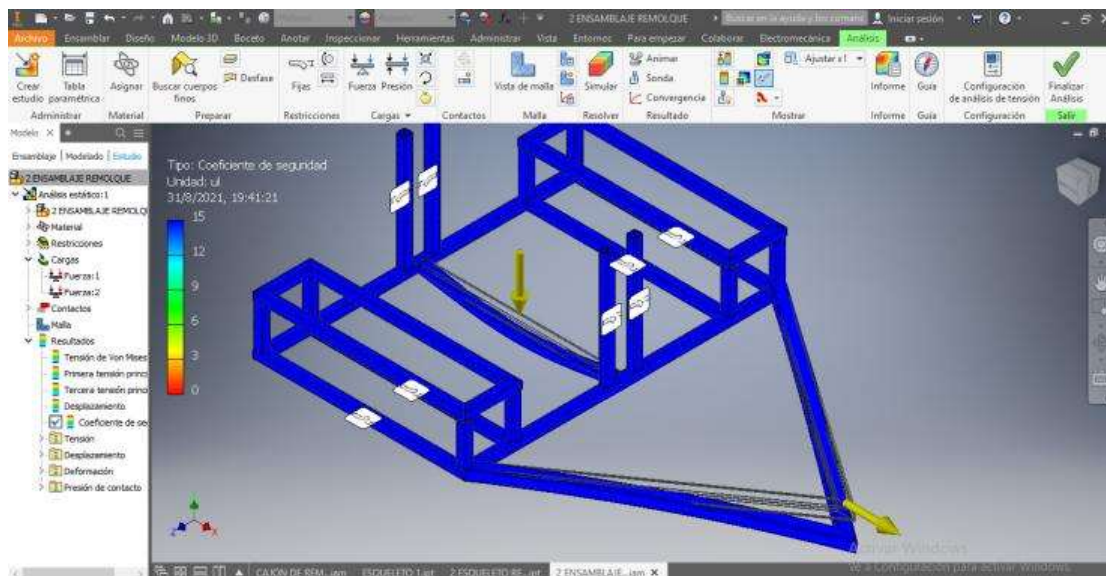
Nota. En la figura 84 se puede apreciar la tercera tensión principal en el color verde indicando una tensión media.

Figura 85
Desplazamiento



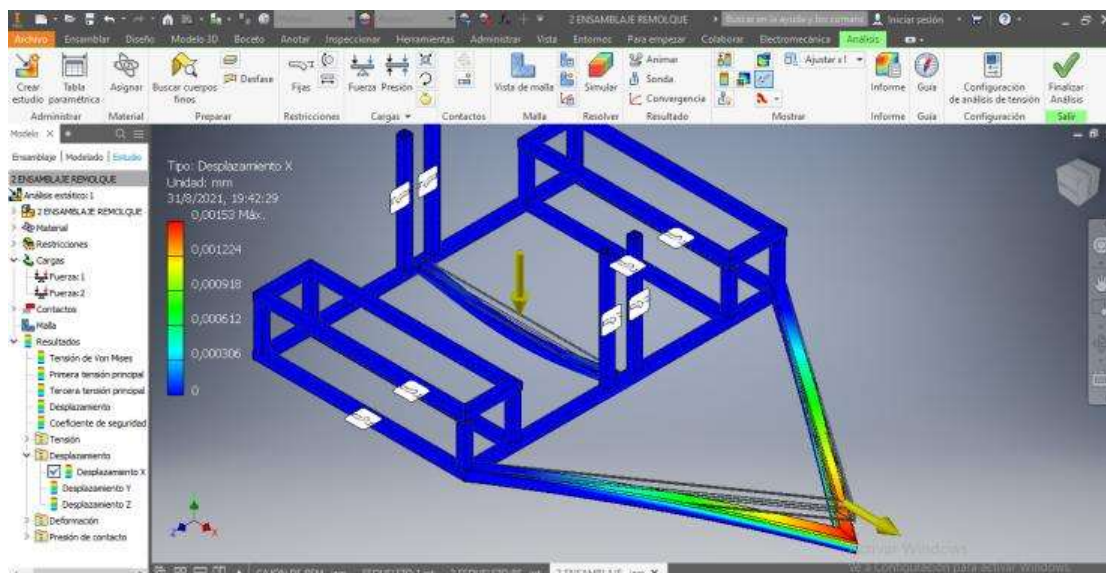
Nota. En la figura 85 se puede apreciar el desplazamiento que se genera y los puntos críticos que están expuestos.

Figura 86
Coeficiente de seguridad



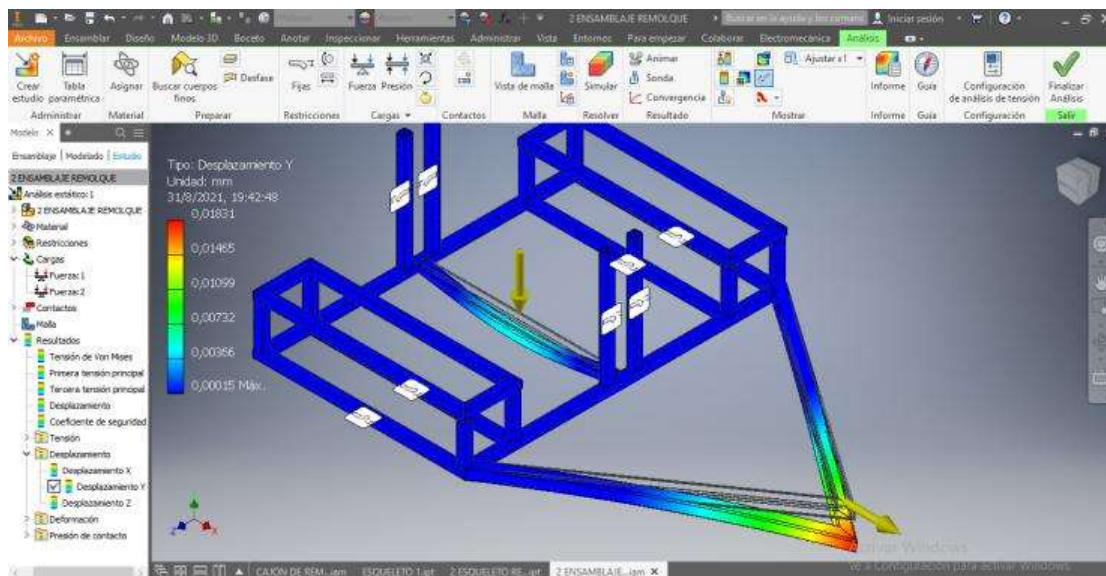
Nota. En la figura 86 se puede apreciar un alto coeficiente de seguridad con las cargas que tendrá que llevar.

Figura 87
Desplazamiento en el eje X



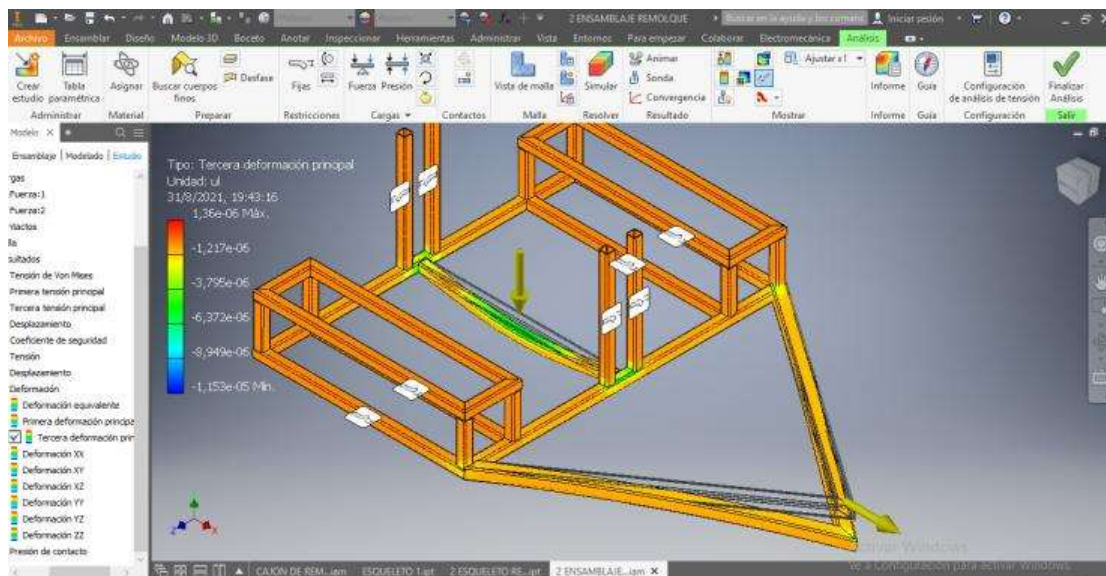
Nota. En la figura 87 se puede apreciar los puntos críticos en un desplazamiento X.

Figura 88
Desplazamiento en el eje Y



Nota. En la figura 88 se puede apreciar los puntos críticos al tener un desplazamiento Y.

Figura 89
Tercera deformación principal



Nota. En la figura 89 se puede apreciar la tercera deformación principal que se genera al estar la estructura con cargas, el resultado es 1,36e-06 Max, y -1,153e-05 min.

3.4. Construcción del remolque.

Para la construcción del remolque como primera instancia se necesita materiales como el tubo cuadro negro, una vez obtenido se corta a medidas exactas cada parte para el armado de la estructura.

Figura 90

Cortes del tubo cuadrado



Nota. En la figura 90 se puede apreciar la máquina de corte para los tubos del remolque, la ventaja de esta máquina es que posee ángulos de inclinación para que al momento de soldar sea más exacto. En este caso para el armado del cajón se cortó a ángulos de 90° , con las medidas específicas.

Para este trabajo de corte se realizó en dos pasos el primero es cortar a 0° ángulos para obtener medidas exactas y el segundo paso es cortar a ángulos de 45° para que al momento de soldar nos quede ángulos rectos de 90° .

Figura 91
Materiales cortados a sus medidas



Nota. En la figura 91 se puede apreciar el primer corte a 0° para determinar correctamente las medidas.

Figura 92
Cortes del tubo a 45 grados



Nota. En la figura 92 se puede apreciar el ángulo de corte a 45° de uno de los tubos que van a ser utilizados para la construcción del remolque.

3.4.1. Selección del electrodo.

Para el proceso de soldadura se toma en cuenta el tipo de material que se utilizó en este caso, el electrodo 6011 es el más adecuado ya que con este tipo de electrodos se puede soldar la mayor parte de materiales metálicos.

Figura 93

Elección del electrodo 6011



Nota. En la figura 93 se puede apreciar el electrodo 6011 seleccionado para el trabajo de la construcción del remolque.

Luego de seleccionar el electrodo, procedemos a realizar las soldaduras correspondientes, para armar la estructura del remolque, cabe recalcar que para una buena soldadura se debe cebar el electrodo y colocar un voltaje y amperaje adecuado.

Tabla 12
Datos para el trabajo del electrodo

ELECTRODO	DIÁMETRO	AMPERIOS	
	mm	min	max
6011	2,5	50	90
	3,25	80	130
	4	120	180
	5	140	220
	6	225	325

Nota. En la tabla 12 se puede apreciar los amperajes adecuados para trabajar con el electrodo 6011, en este caso nuestro diámetro es de 3,25 por lo que el amperaje a utilizar es de 80 a 130 amperios.

Una vez seleccionado el electrodo y ajustado correctamente el amperaje de trabajo, se procede a soldar la primera base del remolque, de tal manera que nos quede la forma rectangular.

Figura 94
Soldeo de la base del remolque



Nota. En la figura 94 se puede apreciar la soldadura de la forma que tomará el remolque.

Figura 95
Apreciación del cordón de soldadura



Nota. En la figura 95 se puede apreciar el cordón de la soldadura que está correctamente realizada, y gracias a los ángulos de corte se obtuvo este ángulo recto para que el remolque tome forma.

Al tener ya las bases del remolque se procede a soldar los tubos que van en paralelo para darle forma al remolque.

Figura 96

Soldadura de los tubos paralelos.



Nota. En la figura 96 se puede apreciar la soldadura de los tubos que van en paralelo.

Colocamos las ruedas para el remolque, las características de este aro es de rin 16 que va inflado a una presión de 280 Kpa.

Figura 97

Colocación de las ruedas



Nota. En la figura 97 se puede apreciar las ruedas ya colocadas en el remolque.

Una vez armado la estructura del remolque, se procede a realizar el armado de los marcos que van a sujetar a los paneles solares, estos van a ir anclados en la parte inferior del remolque a una altura de 15cm, de tal forma que sea capaz de variar los ángulos de inclinación para que la luz solar llegue de mejor manera a los paneles.

Figura 98

Soldadura de los marcos



Nota. En la figura 98 se puede apreciar la soldadura de los marcos que van a soportar los paneles.

Se realizó la unión de soldadura para fijar los soportes del panel al remolque.

Figura 99

Fijación de las bases de los paneles



Nota. En la figura 99 se puede apreciar las bases de los paneles ya instaladas en el remolque con altura de 15cm.

Utilizando pernos con arandelas de presión, se instalan las barras que se encargaran de variar los ángulos de los paneles solares.

Figura 100

Pernos para el ajuste de los ángulos



Nota. En la figura 100 se puede apreciar los pernos que se encargan de variar los ángulos de inclinación para que los paneles reciban mejor la luz solar.

3.4.2. Enganche del remolque.

Para el enganche del remolque existen algunas formas de realizar y para el que vamos a realizar, se necesitó de algunos elementos que nos permitan conseguir dicho diseño, en este caso adquirimos un terminal de carro para que sea la que nos aporte el movimiento giratorio para el remolque.

Figura 101

Rótula para el enganche



Nota. En la figura 101 se puede apreciar el terminal que va a ser el encargado de soportar los movimientos que la bici transmite al remolque.

Figura 102

Distancia entre el remolque y la bicicleta



Nota. En la figura 102 se puede apreciar la distancia entre la bici y el remolque en este caso 20 cm aproximadamente.

Además se verificó los puntos en donde se puede sujetar a la bicicleta de tal forma que no existan inconvenientes al momento de manejar y se tomó las medidas respectivas.

Figura 103

Sujeción del remolque en la bicicleta



Nota. En la figura 103 se puede apreciar que la bicicleta tiene orificios para colocar pernos y colocar alguna base de sujeción, por lo que se determinó que este será uno de la parte que soportara al remolque.

Se procedió a realizar los dobleces del tubo que se encargará de unir el remolque a la bicicleta, y soldar las barras que aportarán un mejor fijación.

Figura 104
Diseño del enganche



Nota. En la figura 104 se puede apreciar a la barra que esta dado la forma de circunferencia, esto al mismo diámetro que la llanta de la bicicleta, y a vez las barras soldadas para la fijación.

Figura 105
Soporte del enganche



Nota. En la figura 105 se puede apreciar la ubicación del soporte a la bicicleta

Figura 106
Remolque fijado a la bicicleta



Nota. En la figura 106 se muestra ya el remolque anclado a la bicicleta.

Y para el rediseño del remolque se añadió la base triangular y se incluyó una bola de remolque para mejorar la estabilidad.

Figura 107
Diseño del triángulo de estabilidad



Nota. En la figura 107 se puede apreciar la base triangular para la estabilidad del remolque

Figura 108
Bola de remolque y tortuga



Nota. En la figura 108 se aprecia la bola de remolque con la tortuga para que tenga el movimiento deseado al engancharse a la bicicleta.

3.4.3. Instalación de luces

Para una mejor seguridad al estar conduciendo la bicicleta con el remolque anclado, se instaló una barra led de color rojo en la parte posterior del remolque.

Permitiendo así informar a los conductores que están atrás que la bicicleta tiene un remolque incorporado.

Para ello se tomó energía de las baterías que utilizan los paneles y a acuerdo al voltaje que aporta instalar las barras led que eran de 12v.

Figura 109
Instalación de luces led



Nota. En la figura 109 se aprecia la instalación de la barra led de color rojo.

3.5. Pruebas de resistencia del remolque.

Para la prueba de resistencia del remolque lo primero en realizar fue pesar el remolque en vacío y verificar como está la maniobrabilidad de la bicicleta y si el remolque tiende a virarse.

Para la prueba de soldadura con tintas penetrantes se determinó que no se puede hacer ya que la soldadura que estamos utilizando es de electrodo revestido, en cuando esta prueba se realiza para soldaduras en materiales no férricos, sin embargo se colocó las tintas en las partes donde estaban las sueldas pero no realizó ninguna función.

3.5.1. Peso del remolque en vacío

Para verificar el peso total del remolqué utilizamos una balanza, una vez instalado las ruedas y las bases de lo paneles de ángulos variables.

Figura 110
Peso del remolque vacío en libras



Nota. En la figura 110 se puede apreciar el peso del remolque cuando está vacía que es de 17,50 lb.

Figura 111

Peso del remolque vacío en kg



Nota. En la figura 111 se puede apreciar el peso del remolque cuando está vacío que es de 7,95 kg.

3.5.2. Prueba de manejo con el remolque instalado a la bicicleta

Para la prueba de manejo con el remolque instalado, se realizó en las vía del trolebús, dando un cierto número de vueltas a cierta velocidad y mediante esto se comprobó que al incrementar la velocidad perdía estabilidad.

Pero con los elementos que se va colocar como son los paneles solares, el inversor y las dos baterías, este lograría estabilizarse correctamente añadiendo más peso.

Figura 112
Prueba de manejo



Nota. En la figura 112 se puede apreciar la prueba de manejo realizara en la vía del trolebús.

3.5.3. *Peso del remolque con los componentes incorporados.*

Al terminar los acabados finales del remolque se procedió a instalar el sistema de los paneles solares que consta de las baterías, el inversor, los paneles y el controlador y de esta manera pesar el remolque en su totalidad.

Figura 113
Peso total del remolque



Nota. En la figura 113 se aprecia el peso que será incorporado al remolque toda la baja de baterías y los paneles pesan 8,28 kg

Una vez pesado la totalidad que cargara el remolque se montó todo el sistema de los paneles solares

Figura 114

Instalación del sistema de los paneles solares



Nota. En la figura 114 se puede apreciar el diseño del remolque con todo el sistema instalado.

Figura 115

Rediseño del remolque



Nota. En la figura 115 se puede apreciar el rediseño el remolque con el sistema instalado.

3.5.4. Prueba de manejo con el remolque con peso incorporado.

Para las pruebas de manejo una vez incorporado todos los elementos en el diseño original del remolque presento algunos inconvenientes.

El problema fue la estabilidad que tenía el remolque al estar cargado no había la posibilidad de llevar la bicicleta al rendimiento máximo ya que corría el peligro de un accidente. La falla se encontró en la rótula que enganchaba a la bicicleta

Figura 116

Primera prueba de manejo con carga



Nota. En la figura 116 se aprecia a la rótula del enganche que le hacía perder estabilidad.

Para eso utilizamos el rediseño del remolque mejorando la parte del enganche, a esto se añadió una base triangular y las bolas de remolque para ganar distancia entre la bicicleta y así una mayor estabilidad.

Al ponerle a prueba se pudo mejorar la estabilidad y recorrer la bicicleta a su máximo rendimiento

Figura 117

Segunda prueba de manejo con el rediseño de remolque



Nota. En la figura 117 se aprecia el rediseño del remolque puesto a prueba.

Sin embargo al añadir estos componentes como la bola del remolque, la tortuga y la base triangular género mucho peso por lo que perdió rendimiento la bicicleta.

Por ello en el rediseño del remolque se eliminaron algunas partes de la estructura para así lograr reducir peso y ganar mayor rendimiento.

Figura 118

Reducción de peso



Nota. En la figura 118 se aprecia el rediseño del remolque puesto a prueba.

Capítulo IV

4. Marco administrativo.

4.1. Recursos humanos

En la tabla 13 se puede apreciar los participantes que aportaron en la elaboración del desarrollo de este proyecto de titulación

Tabla 13

Recursos Humanos

NOMBRES	APORTACIÓN
Gusñay Llallico Luis David	Diseño y construcción del remolque de bicicleta.
Ing. León Almeida Jaime	Tutor del proyecto de titulación.

4.2. Recursos tecnológicos

En la siguiente tabla se detalla los recursos tecnológicos que se requirió para la ejecución de la parte escrita del proyecto de titulación.

Tabla 14

Recursos Tecnológicos

Orden	Recursos Tecnológicos	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Microsoft office	1	\$75,00	\$75,00
2	Autodesk inventor	1	\$40,00	\$40,00
			TOTAL	\$115,00

4.3. Recursos materiales

En la siguiente tabla se detalla los componentes implementados en el desarrollo del proyecto de titulación.

Tabla 15
Recursos Materiales

Orden	Recursos Materiales	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Tubo cuadrado negro	1	\$50,00	\$50,00
2	Rotula automotriz	1	\$27,00	\$27,00
3	Ángulos de hierro	1	\$18,00	\$18,00
4	Aros de aluminio	2	\$10,00	\$20,00
5	neumáticos	2	\$15,00	\$30,00
7	Bola de remolque	1	\$20,00	\$20,00
8	Tortuga de enganche	1	\$35,00	\$35,00
9	soldadura		\$25,00	\$25,00
10	Valoración del tubo	1	\$20,00	\$20,00
11	Plancha de tol galvanizado	1	\$25,00	\$25,00
12	Guardafangos de tol niquelado	2	\$35,00	\$70,00
13	Tintas penetrantes	1	\$30,00	\$30,00
14	Luces Led	1	\$20,00	\$20,00
15	Cables flexibles		\$4,00	\$4,00
16	Pintura		\$30,00	\$30,00
17	Accesorios, slogan		\$15,00	\$15,00
			TOTAL	\$439,00

4.4. Presupuesto

A continuación se presenta la siguiente tabla en la que se detalla el presupuesto total que se requirió para la implementación del proyecto de titulación.

Tabla 16
Presupuesto total

Orden	Recursos	Valor Total
1	Recurso tecnológicos	\$115,00
2	Recursos materiales	\$439,00
3	Imprevistos	\$50,00
	TOTAL	\$604,00

Capítulo V

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- Se realizó el dimensionamiento adecuado de un remolque basado en las medidas específicas de los paneles solares que serán implementados para la bicicleta.
- Se llevó a cabo una investigación sobre procesos de manufactura y programas de diseño CAD que se necesita para la ejecución del remolque de bicicleta
- Se efectuó la simulación del diseño de un remolque tomando en cuenta el tipo de material y las cargas específicas que se designaran para su funcionamiento.
- Se realizó la construcción de un remolque de bicicleta en base a la investigación bibliográfica acerca de procesos de manufactura considerando materiales de construcción y maquinarias requeridas.
- Se desarrollaron las respectivas pruebas de funcionamiento una vez terminada la construcción al remolque de bicicleta.

5.2. Recomendaciones

- Se debe tomar en cuenta al momento de realizar el análisis al diseño del remolque en el programa de autodesk inventor que los datos como el tipo de material, cargas y la tensión a la que se someterá deben ser lo más exacto posible para evitar fallas al momento de la construcción.
- Se recomienda un diseño adecuado para la estructura del remolque además considerar el peso total del remolque y el peso añadido que deberán ser limitados ya que de esto dependerá la estabilidad que se obtendrá al momento de enganchar a la bicicleta.
- Se debe considerar que al enganchar el remolque a la bicicleta se expone a diferentes peligros por ende se recomienda colocar todo accesorio que permita avisar a los que están por detrás que el la bicicleta posee un remolque.

Bibliografía

- actualidad soldadura. (6 de abril de 2021). *INAFE*. Recuperado el 31 de Julio de 2021, de <https://inafe.es/soldadura-un-oficio-con-demanda/>
- Admina. (20 de marzo de 2020). *articne*. Recuperado el 5 de Agosto de 2021, de <https://articne.com/3d/que-es-blender/>
- Aguayo Moposita, J. B. (2014). *Universidad Tecnica de cotopaxi Repositorio*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1888/1/T-UTC-1778.pdf>
- Armas, K. (22 de Mayo de 2020). *SCRIBD*. Recuperado el 5 de Agosto de 2021, de <https://es.scribd.com/document/462541203/Procesos-de-manufactura>
- at, O. E. (20 de noviembre de 2018). *Lovicon Murcia*. Recuperado el 5 de Agosto de 2021, de <https://lovicon.es/blog/programas-calculo-diseno-estructuras-metalicas/>
- Ayto Torrijos. (22 de febrero de 2019). *la educacion eln la era digital*. Recuperado el 31 de Julio de 2021, de <https://ayto-torrijos.com/herramientas/que-es-solid-works-y-para-que-sirve/>
- Cardenas, H. G. (28 de Octubre de 2014). *slideshare*. Recuperado el 5 de Agosto de 2021, de https://es.slideshare.net/ector_03/metales-ferrosos-y-no-ferrosos
- Deingenierias.com. (13 de febrero de 2020). *De Ingenierias*. Recuperado el 31 de Julio de 2021, de <https://deingenierias.com/software/que-es-freecad-y-para-que-sirve/>
- Diccionario. (NA de NA de NA). *diccionario.motorgiga.com*. Recuperado el 31 de Julio de 2021, de [remolque definicion: https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/remolque-definicion-significado/gmx-niv15-con195366.htm](https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/remolque-definicion-significado/gmx-niv15-con195366.htm)

Editor. (11 de mayo de 2015). *mineriaenlinea.com*. Recuperado el 2 de Agosto de 2021, de <https://mineriaenlinea.com/2015/05/xxiv-congreso-internacional-en-metalurgia-extractiva/>

Editorial. (4 de Enero de 2013). *tareas universitarias.com*. Recuperado el 4 de Agosto de 2021, de Materia de Proceso de Manufactura de la Unideg: [tareasuniversitarias](https://tareasuniversitarias.com/)

Esspezo, P. (5 de agosto de 2019). *Educacion 3.0*. Recuperado el 5 de Agosto de 2021, de <https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/7-programas-diseno-cad-gratis-educacion/>

Generate Press. (5 de abril de 2020). *remolquessite*. Recuperado el 2 de Agosto de 2021, de <https://remolques.site/tipos-de-remolques-de-bicicleta/>

Guerrero, O. (NA de NA de 2008). *Repositorio Unad.edu.oc*. Recuperado el 6 de Agosto de 2021, de Procesos de manufacura: https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/4998/332571_Modulo2011.pdf;jsessionid=69EE02B1A9FB7879D47A49884A3358C8.jvm1?sequence=1

Instituto Azteco. (9 de mayo de 2021). *institutoazteco.com*. Recuperado el 31 de Julio de 2021, de los materiales en la fabricacion: <https://institutoasteco.com/asteco/los-materiales-en-la-fabricacion/>

Karen. (11 de agosto de 2013). *blogspot.com*. Recuperado el 6 de Agosto de 2021, de operaciones unitarias: <http://operacionesunitariaskm.blogspot.com/>

Manufactura. (NA de NA de NA). *Procesos de manufactura*. Recuperado el 2 de Agosto de 2021, de sites.:

<https://sites.google.com/site/procesosdemanufacturaetitic/manufactura/clasificacion-de-los-procesos>

Mecanizado Y CNC. (20 de Enero de 2018). *Kuzudecoletaje.com*. Recuperado el 31 de Julio de 2021, de <https://kuzudecoletaje.es/mecanizado-arranque-viruta/>

Mora, E. (17 de diciembre de 2017). *Allbiz.com*. Recuperado el 6 de Agosto de 2021, de <https://mx.all.biz/remolques-de-carga-pesada-g45318>

Movertis. (7 de Agosto de 2020). *Movertis.com*. Recuperado el 2 de Agosto de 2021, de <https://www.movertis.com/blog/5-tipos-de-remolque-que-debes-conocer/>

Perdomo, S. (8 de Julio de 2020). *desuto formacion*. Recuperado el 6 de Agosto de 2021, de <https://www.deustoformacion.com/blog/disenio-arquitectonico/que-es-para-que-sirve-autodesk-inventor-disenio-producto>

Petterson, B. (NA de NA de NA). *Dreamstime.com*. Recuperado el 11 de Agosto de 2021, de <https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-soldador-de-acero-de-la-construccion-del-puente-image1054630>

Programas Informaticos. (9 de octubre de 2019). *esneca.com*. Recuperado el 31 de Julio de 2021, de <https://www.esneca.com/blog/que-es-autocad/>

Quiroa, M. (NA de NA de NA). *Economipedia.com*. Recuperado el 11 de Agosto de 2021, de <https://economipedia.com/definiciones/proceso-de-manufactura.html>

Quiroga, Y. D. (17 de septiembre de 2017). *blogspot.com*. Recuperado el 12 de Agosto de 2021, de metales ferrosos: <http://reflexionesvideo.blogspot.com/2017/09/metales-ferrosos-y-no-ferrosos.html>

Rafino, M. E. (31 de marzo de 2021). *conceptos de.com*. Recuperado el 13 de Agosto de 2021, de cambio fisico: <https://concepto.de/cambio-fisico/>

- The Fabricator. (28 de agosto de 2017). *thefabricator.com*. Recuperado el 4 de Agosto de 2021, de <https://www.thefabricator.com/thefabricatorenespanol/article/finishing/fundamentos-de-los-acabados-de-superficies-met-licas>
- Transporte rural. (1999). En *food cycle technology source book* (pág. 27). Peru-Lima: Lima-ITDG-Peru.
- Weeks, J. W. (1988). welding skills and practices. En c. American Technical Society, *Tecnica Y Practica De La Soldadura* (pág. 463). Barcelona: REVERTE S.A.
- Wikipedia. (28 de abril de 2021). *wikipedia.org*. Recuperado el 5 de Agosto de 2021, de https://es.wikipedia.org/wiki/Remolque_de_bicicleta