



**Construcción de un bastidor para un banco de entrenamiento de Maquinaria Pesada,
para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión
de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe-L**

Rocha Rocha, Jose Enrique

Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz

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

Ing. Murillo Mantilla, Luis Alejandro

15 de agosto 2020



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“Construcción de un Bastidor para un Banco de entrenamiento de maquinaria pesada, para la Carrera De Tecnología Superior En Mecánica Automotriz De La Unidad De Gestión De Tecnologías de la Universidad De Las Fuerzas Armadas Espe-L”** fue realizado por el señor **Rocha Rocha, Jose Enrique** con cedula de ciudadanía n° 1725580169 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, 26 de julio del 2020

Ing. Murillo Mantilla, Luis Alejandro

C.I. 1804196721

Urkund Analysis Result

Analysed Document: PROYECTO TESIS escrito corrección.docx (D78786540)
Submitted: 9/8/2020 5:10:00 PM
Submitted By: jerocha@espe.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

tipos de bastidores.pdf.docx (D56165551)
<https://docplayer.es/80044341-Carrera-de-ingenieria-automotriz-proyecto-de-titulacion-previo-a-la-obtencion-del-titulo-de-ingeniero-automotriz.html>

Instances where selected sources appear:

5



Ing. Luis Murillo
C.C.:180419672-1



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Rocha Rocha, Jose Enrique** ciudadanía n° 1725580169 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía:
“Construcción de un Bastidor para un Banco de entrenamiento de maquinaria pesada, para la Carrera De Tecnología Superior En Mecánica Automotriz De La Unidad De Gestión De Tecnologías de la Universidad De Las Fuerzas Armadas Espe-L” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 9 de septiembre del 2020

A handwritten signature in blue ink is located below the date. The signature is stylized and appears to read 'J. ENRIQUE ROCHA'.

ROCHA ROCHA JOSE ENRIQUE

C.C. 1725580169



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGIA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGIA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **Rocha Rocha, Jose Enrique** con cédula de ciudadanía n° 1725580169, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Construcción de un Bastidor para un Banco de entrenamiento de maquinaria pesada, para la Carrera De Tecnología Superior En Mecánica Automotriz De La Unidad De Gestión De Tecnologías de la Universidad De Las Fuerzas Armadas Espe-L”** 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, 9 de septiembre del 2020

Rocha Rocha, Jose Enrique

C.C.: 1725580169

DEDICATORIA

En el siguiente trabajo técnico le doy gracias a DIOS y mi SANTISIMA MADRE, por haberme bendecido en el camino del paso universitario, por levantarme día tras día y llenado de dones del ESPIRITU SANTO, sabiduría, ciencia y fortaleza con la finalidad de alcanzar con éxito el cometido de este proyecto.

Dedico este trabajo a mis Padres y hermanas, por ser la fuerza motriz que me han impulsado a seguir este camino y no estancarme en la vida, les agradezco por su amor y apoyo incondicional que me han brindado en este corto tiempo de existencia, aun con los errores no me han desamparado. Soy el hijo y hermano más dichoso y me siento orgullo de tenerlos.

De igual manera dedico este arduo trabajo a mi abuelito Luis Rocha, que con sus sabias palabras, consejos y ejemplo me eh convertido en el hombre que soy, aunque ahora no está con nosotros tengo el placer de decir que estoy cumpliendo la promesa de llegar a ser un profesional.

Además tengo la dicha de poder agradecer al círculo de personas que me rodean que cada uno de ellos que me apoyaron, y me impulso para no detenerme, hasta lograr cumplir uno de los objetivos planteado en la vida, gracias por cada palabra de aliento, por cada consejo incluso por cada abrazo.

Jose Rocha

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a DIOS, por brindarme este tiempo de vida, por cada momento vivido, sobre todo por bendecir mi vida, mí camino en cada paso que eh dado, por cuidarme, ampararme, agradezco a mi SANTISIMA MADRE, por cobijarme con su manto celestial por protegerme de todo mal y estar siempre presente para guiar mi camino.

Agradezco a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por haberme permitido formar parte de tan importante institución que a través de los años ha formado a los mejores profesionales del Ecuador, a sus autoridades y delegación de docentes, que aportan con la formación de los estudiantes.

Agradezco a mis Padres por haber realizado el acompañamiento en el paso de vida universitaria, por el apoyo moral, económico y social, gracias al esfuerzo y dedicación me estoy logrando y culminando con éxito un objetivo planteado juntos, llegando a ser el orgullo de mis padres.

Agradezco a mis primos Miguel Angel Rocha y Néstor Rocha quien junto a su equipo de trabajo de SERVITEIN y RYPS CARS, por el apoyo técnico, económico moral se ha logrado conseguir tan grande proyecto y a la vez un reto puesto en la vida estudiantil y laboral.

Me permito en agradecer a mi tutor Ing. Luis Murillo, por la asesoría en general acerca del proyecto además de la paciencia y dedicación brindada para alcanzar el objetivo del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

Jose Rocha

RESUMEN

El objetivo principal de este proyecto es poner en práctica los conocimientos sobre diseño mecánico y diseño de piezas de vehículos, en este caso el diseño de un marco para un banco de entrenamiento de maquinaria pesada, de manera de obtener una mini retroexcavadora para los alumnos de un Tecnología de Maquinaria Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas. Sede de Latacunga con el principal objetivo de mejorar el método de estudio en cuanto a la práctica de la asignatura de maquinaria pesada. Previo a la construcción del marco, se adquirieron los componentes hidráulicos y otros que serán ensamblados al marco, en base a ellos tenemos el dimensionamiento y se alcanzó el diseño adecuado en el software Inventor. Tras obtener una validación del análisis estructural y de tensiones del marco, se procede a la construcción física del marco, para lo cual se ha seleccionado un tubo de acero cuadrado de 40 mm x 40 mm x 2,5 mm para la estructura del marco, además de un tubo rectangular. Acero de 80mm x 40mm x 2.5mm, para los apoyos de los brazos pala (herramienta de banco de entrenamiento), el conjunto soldado que aplicamos es un proceso de soldadura GMAW, con un aporte de material de 0.9 mm de diámetro y un rango de amperaje de 90 + / - 5 para obtener una estructura sólida. Esta estructura está diseñada y validada para soportar trabajos de tracción y herramientas.

Palabras clave

- **DISEÑO**
- **RETROEXCAVADORA**
- **BASTIDOR**

ABSTRACT

The main objective of this project is to put into practice the knowledge about mechanical design and design of vehicle parts, in this case the design of a frame for a heavy machinery training bench, in a way to obtain a mini backhoe for the students of a Automotive Machinery Technology of the University of the Armen Forces. Latacunga headquarters with the main objective of improving the study method in terms of the practical of the subject of heavy machinery. Prior to the construction of the frame, the hydraulic components and others that will be assembled to the frame were acquired, based on them we have the sizing and the appropriate design was reached in the Inventor software. After obtaining a validation of the structural and stress analysis of the frame, we proceed to the physical construction of the frame, for which a 40mm x 40mm x 2.5mm square steel tube has been selected for the frame structure, in addition to a rectangular tube 80mm x 40mm x 2.5mm steel, for the supports of the shovel arms (training bench tool), the welded set that we apply is a GMAW welding process, with a material input of 0.9 mm in diameter and an amperage range of 90 +/- 5 in order to obtain a solid structure. This structure is designed and validated to withstand pulling work and tools.

Keywords

- **DESING**
- **BACKHOE**
- **FRAME**

INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	1
CERTIFICACIÓN	2
URKUND.....	3
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	4
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA.....	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	7
RESUMEN	8
ABSTRACT.....	9
INDICE DE CONTENIDOS.....	10
ÍNDICE DE TABLAS	14
ÍNDICE DE FIGURAS	15
CAPÍTULO 1.....	19
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.1. Antecedentes.....	19
1.2. Planteamiento del Problema	21
1.3. Justificación e Importancia.....	21
1.4. Objetivos.....	22
1.4.1. Objetivo General.....	22

	11
1.4.2. Objetivos Específicos	22
1.5. Alcance.....	22
CAPÍTULO II.....	24
2. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1. Partes que Constituyen la Maquinaria Pesada.....	24
2.2. Historia del Bastidor.....	25
2.3. El Bastidor	28
2.3.1. Funciones y características de un bastidor	31
2.4. Diseño de Bastidores.....	38
2.5. Tipos de Bastidores de Vehículos Livianos e Industriales.....	41
2.5.1. Bastidores Vehículos Livianos	42
2.5.2. Bastidores de Vehículos Industriales	48
2.6. Materiales de Fabricación de Bastidores	51
2.7. Propiedades Mecánicas.....	52
2.8. Elementos Principales de una Maquinaria Pesada (Retroexcavadora).....	55
2.8.2. El Motor o Fuerza Motriz.....	56
2.8.3. Cabina	57
2.8.4. Sistema Hidráulico	58
CAPÍTULO III.....	61
3. DISEÑO DE BASTIDOR TUBULAR	61
3.1. Diseño de Boceto Bastidor en Software de Apoyo.....	61

	12
3.2. Diseño de Miembros Estructurales	65
3.3. Aplicación de Soldadura en Diseño Estructural.....	68
3.4. Aplicación de Cargas de Presión, Fuerza y Momentos Axiales.....	70
CAPÍTULO IV.....	74
4. PROCESO DE MANUFACTURA DE BASTIDOR.....	74
4.1. Construcción de Bastidor Inferior	74
4.2. Bastidor Inferior	76
4.3. Soporte de Motor Mci	77
4.4. Arco Soporte de Brazos de la Pala	78
4.5. Soporte de Conjunto Pluma Cucharón.....	80
4.6. Habitáculo para Componentes y Soporte Cabina	82
4.7. Proceso de Recubrimiento de Estructura con Fondo Automotriz	84
CAPÍTULO V.....	86
5. PRUEBAS Y RESULTADOS	86
5.1 Análisis del Material.....	86
5.2. Análisis de Cargas.....	87
5.3 Resultados de Fuerzas y Pares de Reacción	88
5.4. Resultados de Análisis Estático	91
CAPÍTULO VI.....	93
6. MARCO ADMINISTRATIVO	93
6.1 Recursos Humanos	93

	13
6.2. Recursos Materiales	93
6.3. Presupuesto	95
6.4. Cronograma.....	95
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Recursos humanos</i>	93
Tabla 2 <i>Recursos Materiales</i>	94
Tabla 3 <i>Presupuesto</i>	95
Tabla 4 <i>Cronograma</i>	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Retroexcavadora Jcb 1cx.</i>	21
Figura 2. <i>Partes de la Retroexcavadora.</i>	24
Figura 3. <i>Bastidor de Madera.</i>	25
Figura 4. <i>Evolución de la maquinaria pesada.</i>	26
Figura 5. <i>Tractor Impulsado.</i>	27
Figura 6. <i>Retroexcavadora Año Actual.</i>	27
Figura 7. <i>Bastidor Retroexcavadora.</i>	29
Figura 8. <i>Tractor Bastidor Con Rueda.</i>	29
Figura 9. <i>Motoniveladora Bastidor con Rueda.</i>	30
Figura 10. <i>Excavadora Bastidor con Orugas.</i>	30
Figura 11. <i>Retroexcavadora Bastidor con Ruedas.</i>	31
Figura 12. <i>Características del Bastidor.</i>	31
Figura 13. <i>Fatiga de los Materiales.</i>	32
Figura 14. <i>Dirección de las Fuerzas Aplicadas.</i>	33
Figura 15. <i>Fuerza de Tracción.</i>	34
Figura 16. <i>Fuerza de Compresión.</i>	34
Figura 17. <i>Fuerza De Flexión.</i>	35
Figura 18. <i>Relación Peso/Potencia.</i>	36
Figura 19. <i>Peso de Retroexcavadora.</i>	37
Figura 20. <i>Diseño en Software.</i>	39
Figura 21. <i>Software Familia Autodesk.</i>	41
Figura 22. <i>Bastidor de Vehículo Pick Up.</i>	41
Figura 23. <i>Bastidor Larguero y Travesaños.</i>	42
Figura 24. <i>Bastidor Vehículo Liviano.</i>	42

Figura 25. Bastidor independiente en "x".....	43
Figura 26. Bastidor Perimetral.....	44
Figura 27. Bastidor plataforma.....	45
Figura 28. Bastidor Auto portante o Monocasco.....	46
Figura 29. Bastidor Auto portante.....	47
Figura 30. Bastidor Tubular.....	48
Figura 31. Bastidor De Largueros Longitudinales.....	49
Figura 32. Bastidor con Perfil en U.....	50
Figura 33. Fabricación de Bastidor Plataforma.....	51
Figura 34. Barras de Acero.....	51
Figura 35. Ductilidad del Material.....	52
Figura 36. Soldabilidad del Material.....	53
Figura 37. Maleabilidad del Material.....	53
Figura 38. Tenacidad del Material.....	54
Figura 39. Elasticidad del Material.....	54
Figura 40. Fragilidad del Material.....	55
Figura 41. Plasticidad del Material.....	55
Figura 42. Tractor Agrícola.....	56
Figura 43. Motor Diésel Retroexcavadora.....	57
Figura 44. Cabina.....	58
Figura 45. Sistema Hidráulico Retroexcavadora.....	58
Figura 46. Aceite Hidráulico.....	59
Figura 47. Bomba Hidráulica.....	59
Figura 48. Cilindros Hidráulicos.....	c60
Figura 49. Software Inventor.....	62

Figura 50. <i>Diseño de Boceto.</i>	62
Figura 51. <i>Diseño de Boceto Inferior de Bastidor.</i>	63
Figura 52. <i>Diseño de Boceto para Aplicación de Miembros Estructurales.</i>	63
Figura 53. <i>Diseño Boceto de Soporte Pala.</i>	64
Figura 54. <i>Boceto Completo de Bastidor Tubular.</i>	64
Figura 55. <i>Formación de Miembros Estructurales.</i>	65
Figura 56. <i>Selección de Material de Miembro Estructural</i>	66
Figura 57. <i>Miembro Estructural de Bastidor Inferior.</i>	67
Figura 58. <i>Miembro Estructural de Soporte de Herramientas.</i>	67
Figura 59. <i>Bastidor Tubular Completo.</i>	68
Figura 60. <i>Selección de Material de Soldadura.</i>	68
Figura 61. <i>Soldadura de Miembro Estructural.</i>	69
Figura 62. <i>Suelda de Diseño Estructural Completo.</i>	70
Figura 63. <i>Análisis Estructural.</i>	71
Figura 64. <i>Resultado de Análisis Estructural.</i>	71
Figura 65. <i>Análisis de Tensión.</i>	72
Figura 66. <i>Informe de Análisis Estructural de Bastidor.</i>	73
Figura 67. <i>Soldadora Gmaw (Mig)</i>	74
Figura 68. <i>Tubo Cuadrado.</i>	75
Figura 69. <i>Bastidor Completo para Construcción.</i>	75
Figura 70. <i>Corte de Tubo Cuadrado.</i>	76
Figura 71. <i>Ensamblaje parte Inferior Bastidor.</i>	77
Figura 72. <i>Proceso de Soldadura Gmaw.</i>	77
Figura 73. <i>Corte de Soportes para Mci.</i>	78
Figura 74. <i>Soldadura de Soportes Mci.</i>	78

Figura 75. <i>Oxicorte de Placa de Soporte</i>	79
Figura 76. <i>Base y Soporte de Brazos Pala</i>	80
Figura 77. <i>Angulo de Refuerzo de Soporte Pala</i>	80
Figura 78. <i>Soldadura de Placa Soporte</i>	81
Figura 79. <i>Soldadura de Refuerzo Soporte</i>	81
Figura 80. <i>Puntos de Anclaje Pluma Cucharon</i>	82
Figura 81. <i>Soportes de Herramientas y Tracción</i>	82
Figura 82. <i>Habitáculo de Componentes Hidráulicos</i>	83
Figura 83. <i>Soldadura de Bastidor Completo</i>	83
Figura 84. <i>Proceso de Manufactura Terminado</i>	84
Figura 85. <i>Aplicación de Pintura Anticorrosiva</i>	85
Figura 86. <i>Banco de Entrenamiento de Maquinaria Pesada</i>	85
Figura 87. <i>Características del Miembro Estructural</i>	87
Figura 88. <i>Análisis de cargas</i>	88
Figura 89. <i>Fuerza y Pares de Reacción</i>	89
Figura 90. <i>Resumen de Resultados de Análisis</i>	89
Figura 91. <i>Tensión de Von Mises</i>	89
Figura 92. <i>Primera Tensión Principal</i>	90
Figura 93. <i>Tercera Tensión Principal</i>	90
Figura 94. <i>Desplazamiento</i>	91
Figura 95. <i>Coeficiente de Seguridad</i>	91
Figura 96. <i>Resumen de Resultados de Análisis Estático</i>	92

CAPÍTULO 1

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

TEMA:

CONSTRUCCIÓN DE UN BASTIDOR PARA UN BANCO DE ENTRENAMIENTO DE MAQUINARIA PESADA, PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE-L

1.1. Antecedentes

Basado en una investigación exhaustiva propongo el proyecto que tiene la finalidad, implementar una máquina de entrenamiento de Maquinaria Pesada para fortalecer los conocimientos de los futuros tecnólogos Automotrices del Ecuador.

En el campo Automotriz a nivel nacional es importante el estudio de unas de las ramas de mecánica automotriz, la cual es Maquinaria Pesada ya que comprende una extensa variedad de máquinas que son utilizadas para las construcciones de carreteras, movimiento de tierras, y en la minería. Con el proyecto previo para la obtención del título de tecnólogo Automotriz y con la ayuda de los docentes construiremos una modelación de bastidor a escala, para implementar mecanismos hidráulicos y mecánicos, además de sistema eléctrico para la operación y funcionamiento del objetivo a alcanzar.

(Pacheco & Vizúete, 2006)

El bastidor al ser una estructura en la que su principal función es tener apoyo y conexión para diferentes componentes y sistemas, en la que se diseñara con la finalidad de implementaran bases de soporte, además del diseño individual se ejecutara

un análisis estructural previo a la construcción del mismo, con el hecho de hallar posibles fallas de diseño y modificar según sea el inconveniente.

Tomando todos los parámetros del bastidor debe ser construido en base al trabajo que va ejecutar el banco de entrenamiento de maquinaria pesada, donde se tomara en cuenta los valores algunas factores previos al diseño como: ubicación y espacio de componentes y sistemas, para lo cual el bastidor debe brindar seguridad al operador del banco de entrenamiento.

En torno al avance tecnológico e industrial en el campo automotriz, la investigación de nuevas técnicas en el proceso de manufactura en la que su alcance es un análisis y configuración de la geometría del bastidor con lo que se requiere el uso de softwares de diseño mecano industrial, en el que se permite tener un sinfín de posibilidades de diseño, además de permitir obtener información detallada de la parte estructural.

Antes de empezar con el proyecto físico, realizaremos una modelación asimilando medidas de una máquina real (retroexcavadora), en el software de diseño, donde haremos un análisis de esfuerzo de materiales, edición de planos digitales hasta lograr el objetivo planteado en base a ellos se hace una selección de materiales para su construcción.

Figura 1.

Retroexcavadora Jcb 1cx.



Nota. Máquina modelo Retroexcavadora 1CX JCB, (Miranda, 2017).

1.2. Planteamiento del Problema

La falta en el desarrollo tecnológico en bancos de entrenamiento de maquinaria pesada en el nivel tecnológico en el Ecuador, cuyo objetivo es incrementar los conocimientos teóricos y prácticos. Para solucionar este inconveniente se facilita el uso de este banco de entrenamiento para las cátedras prácticas y teóricas de maquinaria pesada así logrando incrementar su desempeño de una manera notoria, con la finalidad de que los tecnólogos automotrices tengan un desempeño óptimo en el campo laboral.

1.3. Justificación e Importancia

Con la implementación del bastidor se realizara un aporte en el desarrollo tecnológico importante en la construcción de bancos de entrenamiento el cual va enfocado en la aplicación de la maquinaria pesada en que permitirá un mejor desarrollo en el desempeño de los estudiantes. Teniendo que los beneficiarios directos con este proyecto serán los estudiantes que cursen la materia de Maquinaria Pesada de la carrera de Tecnología Automotriz, que tendrán la oportunidad de observar, reconocer y

operar la máquina o banco de entrenamiento de maquinaria pesada además de la muestra de funcionamiento.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Construir un bastidor con la finalidad de implementar componentes de control y mecanismos hidráulicos, para la carrera de tecnología superior en mecánica automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Investigar los diferentes tipos de bastidores que son usados en la maquinaria pesada según sus operaciones de trabajo.
- Investigar las diferentes propiedades de los materiales que se emplearan para la construcción del bastidor.
- Seleccionar los materiales previamente analizados para su construcción.
- Modelar el bastidor en softwares de apoyo (SOLIDWORKS o INVERTOR).
- Ensamblar el bastidor construido con los diferentes sistemas implementados para que cumpla correctamente el funcionamiento del banco de entrenamiento.

1.5. Alcance

El presente proyecto parte desde la idea de la creación de un banco de entrenamiento, para ello empezamos desde el bastidor parte fundamental donde será el soporte para los demás sistemas y componentes mecánicos e hidráulicos para lo cual se realizó un previo análisis de selección de materiales y construcción.

Los sistemas y componentes ensamblados en el bastidor serán montables y desmontables cuya finalidad es realizar prácticas en los diferentes sistemas y realicen

un estudio más profundo en la maquinaria pesada teniendo como proyección capacitar a los estudiantes de la carrera en Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE-L.

CAPÍTULO II

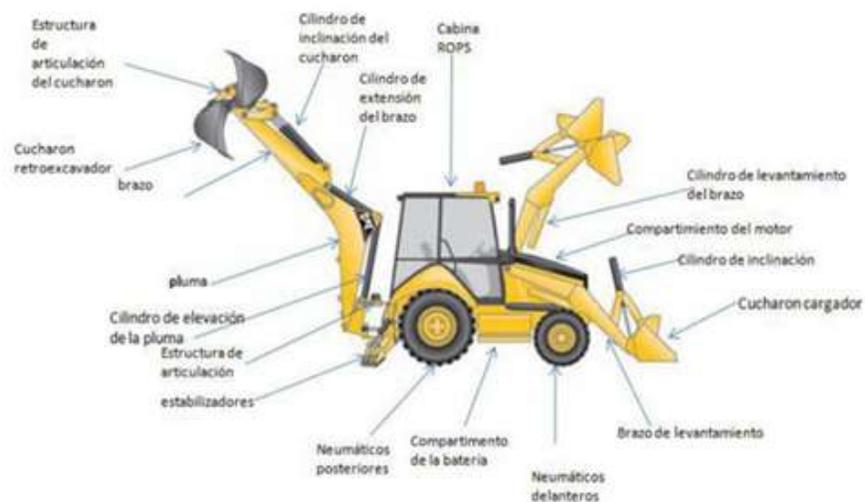
2. MARCO TEÓRICO

2.1. Partes que Constituyen la Maquinaria Pesada

En la adquisición de un vehículo de maquinaria pesada, es importante tener un conocimiento básico sobre sus partes y funcionamiento un cierto porcentaje de operadores desconocen las partes y mecanismos que lo integran, por falta de interés, por falta de estudio en el área de mecánica automotriz básica, para lo cual debemos asumir que el estudio de la maquinaria pesada requiere un estudio detallado de cada uno de sus componentes con el objetivo de obtener un alto desempeño de trabajo de la máquina.

Figura 2.

Partes de la Retroexcavadora.



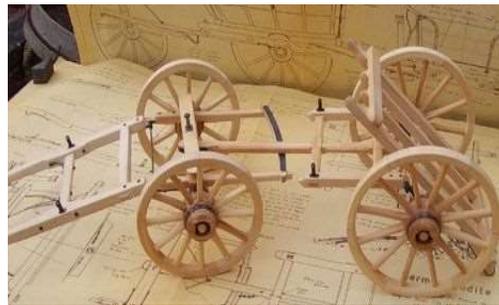
Nota: Máquina retroexcavadora modelo para diseño, (Miranda, 2017).

2.2. Historia del Bastidor

La historia se remonta al inicio de la industrialización, a raíz de la necesidad de movilizar y transportar personas y objetos con mayor facilidad, con ellos las personas empezaron con desarrollo de carretas que serían adaptadas para ser jaladas con caballos. El primer bastidor fue fabricado de madera, con una estructura muy sencilla y de fácil acceso para implementar demás componentes mecánicos.

Figura 3.

Bastidor de Madera.



Nota: bastidor de madera para carretas halado con caballos, (Berrios, s.f.).

Desde la creación del primer bastidor continuo la evolución y con mayor paso del tiempo fueron obteniendo un mejoramiento en la parte estructural y de manera sutil se fueron haciendo más competitivos unos con otros según el diseño de su creador. Al lograr un bastidor con mayor complejidad basado en su peso, tamaño y material de fabricación, esto provoco dejar de usar los caballos ya que requería de una fuerza mayor, esto llevo a la utilizar motores de vapor los cuales se encontraban en la época. (MAQPE.COM, s.f.)

Entonces en el año de 1880 comienza la historia de la maquinaria pesada nace de los tractores de la época con la especialización de mover tierra, en los Estados Unidos de norte América, de la misma manera que la historia del automóvil y su

evolución fue creada con la finalidad de cumplir sus necesidades en el campo de la agricultura de esta manera ahorrar mano de obra, desde su origen la maquinaria pesada fue innovando su tecnología hasta alcanzar poder propulsar con un motor de vapor, después de un tiempo pudo lograr adentrarse a otro campo la construcción (obra civil) y lograr una facilidad en los trabajos. Cumpliendo expectativas del hombre y sus fabricantes años más tarde en pleno auge la maquinaria pesada que crecía día a día, y con gran fuerza de manufactura. Con el paso tiempo fueron añadiendo y complementando los sistemas que irían acoplados en el bastidor con el fin de facilitar el proceso de trabajos para las que fueron diseñadas.

En general la maquinaria pesada eran modelos rústicos y sencillos sin acabados pero con ese primer paso hoy en día se ha llegado a tener las nuevas estructuras capaces de soportar las cargas del trabajo y brindar mayor seguridad a los ocupantes y operadores. (MAQPE.COM, s.f.)

Figura 4.

Evolución de la maquinaria pesada.



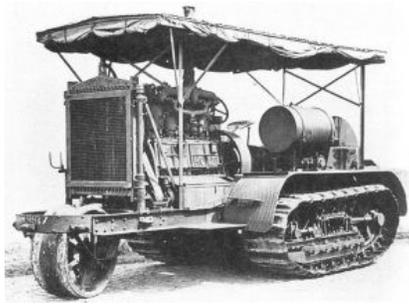
Nota: Primer tractor con motor a vapor, (MAQPE.COM, s.f.).

Con esta nueva generación el bastidor fue fabricado por materiales más resistentes pero de mayor peso como el acero, esto provocaría buscar una nueva fuente de suministro de propulsión. Años más tarde el motor de vapor estaría quedando

obsoleto como su fuente de impulsión, con la aparición de motores de combustión interna (gasolina o diésel), se convirtió en su fuente principal de propulsión hasta la actualidad. (MAQPE.COM, s.f.)

Figura 5.

Tractor Impulsado.



Nota: Tractor de maquinaria pesada con motor de combustión y orugas metálicas, (MAQPE.COM, s.f.).

Así como el bastidor fue avanzando en cuanto en su composición de materiales para su fabricación, en el campo de la maquinaria pesada los avances de la tecnología van de la mano hasta la actualidad con el objetivo de ofrecer excelentes aplicaciones para las cuales fueron diseñadas.

Figura 6.

Retroexcavadora Año Actual.



Nota: Maquinaria pesada en la actualidad, (JHON DEERE, 2020).

2.3. El Bastidor

El bastidor siendo una estructura del tipo modular rígida viene a ser la parte más robusta de la maquinaria pesada han sido contruidos de hierro dulce el cual nos proporciona una flexibilidad, resistencia, y larga duración. Siendo la parte fundamental capaz de soportar el peso de carga, las cargas dinámicas y resistir las más duras aplicaciones de torsión y alto impacto producidas por el movimiento de la maquinaria. El bastidor está compuesto por una o dos vigas curvas ya sean rectangulares o circulares en sus secciones, y está apoyada sobre los ejes delanteros y traseros del chasis que es el soporte de toda la maquina se puede decir que es la columna vertebral de toda la maquinaria pesada (chasis).

Las piezas fundidas contiene radios de nervaduras internas con la finalidad de esparcir las cargas que están sometidas y con el paso del tiempo causar fatiga y agrietamiento con refuerzo grandes del trabajo a ejecutar para ello está compuesto de 2 vigas o largueros rectangulares o circulares en sus secciones unidas por travesaños que se disponen de forma perpendicular a los largueros, que aseguran su rigidez a la vez sujetar todos los elementos mecánicos como por ejemplo: carrocería, suspensión, motor, transmisión y demás componentes hidráulicos con los cuales ejecutaran su trabajo como excavación, remoción, anclaje. A demás antiguamente se construían de acero, con el paso del tiempo se usa el aluminio para un peso más ligero con una composición química (carbono, molibdeno, etc.), con la finalidad de prevenir agrietamiento, roturas, y lograr una flexibilidad de la estructura.

Figura 7.

Bastidor Retroexcavadora.



Nota: Bastidor sólido d retroexcavadora, (MAQPE.COM, s.f.).

En el diseño y construcción de un bastidor de maquinaria pesada surge para la creación de una máquina que cumpla con la necesidad de un trabajo que se realizaba por el medio de la mano de obra del hombre, ejemplo:

- Arado de tierra.

Figura 8.

Tractor Bastidor Con Rueda.



Nota: Tractor agrícola labrando el terreno, (Wfranz, 2019).

- Nivelación de caminos.

Figura 9.

Motoniveladora Bastidor con Rueda.



Nota: Maquinaria para la construcción de carreteras, (Piqueras, 2019).

- Demolición.

Figura 10.

Excavadora Bastidor con Orugas.



Nota: maquinaria con la aplicación de remoción de escombros y excavación, (Porto & Merino, 2017).

- Construcción de obras civiles.

Figura 11.

Retroexcavadora Bastidor con Ruedas..

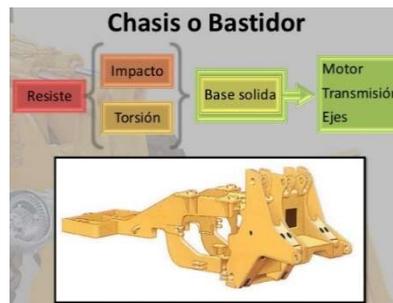


Nota: Maquinaria usada en la construcción de obras civiles, (Crane and Machinery, 2020).

2.3.1. Funciones y características de un bastidor

Figura 12.

Características del Bastidor.



Nota: características de un bastidor según su aplicación, (Auqui, Ortiz, & Parra, 2012).

- Resistencia a la fatiga

La resistencia es la parte mecánica de los materiales sólidos deformables la cual se produce entre piezas fijas y mecánicos móviles los cuales se encuentra sometidas a cargas. Es la capacidad de soportar cargas de fatiga, es el valor del esfuerzo que

resiste durante una cierta cantidad de ciclos de carga las cuales fatigan y pueden producir una rotura por el agotamiento en los materiales.

La determinación de la resistencia a la fatiga es un proceso minucioso y de precisión en donde una probeta de prueba es sometida a cargas cíclicas o fluctuantes. En cierta prueba es necesario aplicar ciclos ampliando la carga proporcionalmente con el objetivo de producir una rotura o presenciar grietas, irregulares o fisuras en pieza.

Figura 13.

Fatiga de los Materiales.



Nota: ruptura de diente de un piñón por fatiga de material, (Estrada, 2015).

En el agotamiento por fatiga los materiales de los componentes móviles y elementos fijos, sufrirían una rotura prematura con la acción de tensiones y cargas fluctuantes cuyos valores pueden ser incluso muy inferiores a la fluencia de los materiales. Es decir que la falla fue producida en su nivel interior de tensiones, sin haber llegado a su valor crítico por el esfuerzo producido. (Galbarro, s.f.)

La resistencia a la fatiga la podemos mostrar en un diagrama S-N (esfuerzo-ciclos). En estos ensayos se contabilizan los ciclos necesarios hasta que se produce la rotura de la probeta para cada rango de tensión aplicada. Como se aprecia en las curvas S-N, la resistencia a fatiga de los materiales aumenta cuando disminuye el

número de ciclos de aplicación de carga, mientras que si los ciclos de carga a los que se somete el material aumentan, entonces su resistencia a la fatiga irá disminuyendo.

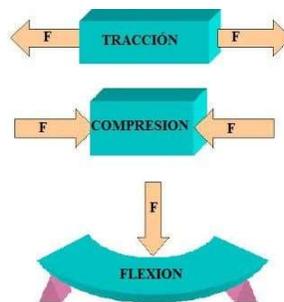
- Gran rigidez

La rigidez de un material es la resistencia a deformarse cuando es sometido a un esfuerzo de flexión o torsión. Las piezas están determinadas para resistir cargas cíclicas con el objetivo de obtener posibles roturas o deformaciones en los cuerpos que ejecutan un trabajo.

Es aquí donde entra el concepto de rigidez. Un cuerpo será más rígido frente a determinadas fuerzas cuanto menos se deforma. Dependiendo de la dirección y sentido relativos entre las fuerzas actuantes y la posición del cuerpo sobre el cual actúan, se consideran las siguientes formas de trabajo: (Resistencia de materiales, s.f.)

Figura 14.

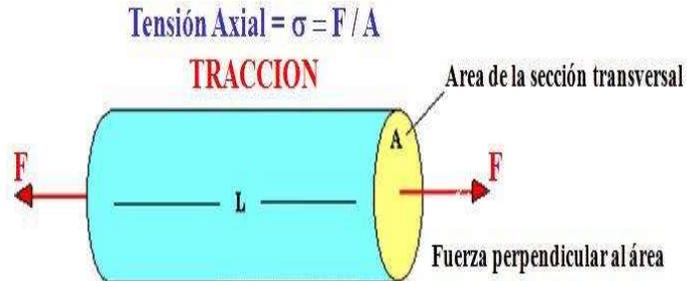
Dirección de las Fuerzas Aplicadas..



Nota: Muestra de deformación de fuerzas en probetas, (Resistencia de materiales, s.f.).

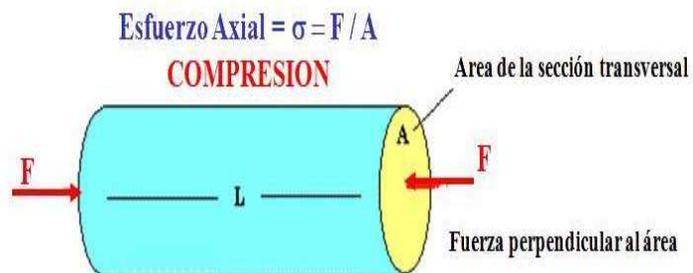
Fuerza de tracción:

Se aplica cargas perpendiculares a una sección o cuerpo transversal, la deformación de tracción produce alargamiento del cuerpo

Figura 15.*Fuerza de Tracción.**Nota:* Direccionamiento por fuerza de tracción, (Megatocay, 2016).

Fuerza de compresión:

De la misma manera se aplica una carga perpendicular a una sección o cuerpo transversal, la deformación de compresión produce reducir o acortar el cuerpo.

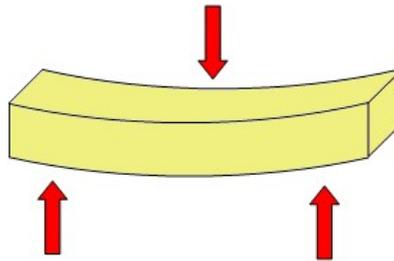
Figura 16.*Fuerza de Compresión.**Nota:* Direccionamiento de fuerza de compresión, (Megatocay, 2016).

Fuerza de flexión:

Se aplican fuerzas sobre un cuerpo, las cuales tienden a flexionar el material, produciendo el efecto de tracción y compresión, por lo general estas cargas se producen sobre vigas, perfiles de máquinas, bastidores, y vigas estructurales.

Figura 17.

Fuerza De Flexión..



Nota: Direccionamiento de fuerza de flexión, (Pardo, 2020).

- Relación entre peso/potencia.

Esta característica es fundamental y con datos que se debe tomar en cuenta en el diseño y construcción de vehículos livianos, pesados y maquinaria pesada, con la finalidad de sintetizar el comportamiento y desempeño de la relación peso y potencia del mismo en carretera o en trabajo civil según sea la aplicación que realicen. La relación peso/potencia de cualquier tipo vehículo, se basa en dar información a detalle del desempeño y rendimiento del motor en la estructura previa a ser impulsada donde se asume mediante un cálculo cuantos caballos de fuerza se necesita para movilizar cierta cantidad de la estructura del vehículo. (Sumauto Motor, 2018)

En la maquinaria pesada se observa grandes estructuras con refuerzos en sus puntos críticos los cuales aportan a tener gran peso en su estructura de soporte o

bastidor, para lo cual se requiere de motores de combustión interna diésel, para impulsar la maquinaria la que se enfoca en la ejecución de obras civiles por las ventajas que tiene, como:

- Resisten mayores temperaturas.
- Mayor potencia capacidad de arrastre.
- Durabilidad y larga vida.
- Fiabilidad.
- Economía.

Figura 18.

Relación Peso/Potencia.



Nota: Característica de peso y potencia de una máquina, (Tecnología del Automovil, 2020).

En la actualidad los grandes constructores de vehículos livianos, pesados y maquinaria pesada, se dedican en el estudio de aplicaciones de nuevos materiales, nuevas aleaciones que tengan mayor resistencia y proporcionalmente sea más ligero. Además indica cuantos kg puede movilizar con cierta cantidad de Watios, caballos de fuerza o caballos de vapor.

Que es el peso de vehículo.

El peso es más conocida como la fuerza gravedad al centro de la tierra, esta fuerza actúa en todo momento, en todo lugar, en todos los cuerpos de la superficie de la tierra. Para obtener el valor del peso de un objeto, cuerpo o vehículo se efectúa una simple operación matemática el peso de la masa del cuerpo multiplicado la gravedad $9.8 \frac{m}{s^2}$. (Khan Academy, s.f.)

Figura 19.

Peso de Retroexcavadora.



Nota: Ecuación de masa por gravedad = peso, (Prasetya, s.f.).

Que es la potencia de un vehículo

Potencia indicada, o sea la producida por los cilindros del motor. Se mide en el laboratorio con la ayuda de un osciloscopio. Esta especificación no le dice prácticamente nada al usuario final sobre la potencia del motor, porque parte de esa potencia la usa para mover sus propios elementos constituyentes internos, tales como el cigüeñal, los pistones, el volante, entre otros. Con una parte de la potencia que produce, vence la fricción de sus piezas para poder funcionar. Potencia de salida, es decir, la potencia que el motor entrega en el volante, después de haber vencido las

fuerzas de fricción internas. La relación entre estas tres especificaciones de potencia es: (Chaves, MAQUINARIA Y MECANIZACIÓN AGRICOLA, 2004)

Potencia de salida=Potencia indicada- Perdidas por fricción.

Sin embargo, tampoco la potencia de salida le dice mucho al usuario sobre la potencia final aprovechable de un motor o de un tractor. Concretamente, en el caso del tractor, las dos partes más importantes donde se pueden medir y especificar la potencia, es en la barra de tiro, que es la potencia final que requiere el tractor para realizar trabajos de preparación de terrenos y de transporte, y la potencia en la toma de fuerza, que es la potencia que utiliza el tractor para mover implementos acoplados a ella (**TDF**). Estas dos especificaciones son muy útiles para un agricultor o cualquier usuario de maquinaria agrícola, ya que le informa sobre la potencia disponible para realizar un trabajo. (Chaves, MAQUINARIA Y MECANIZACIÓN AGRICOLA, 2004)

La potencia se mide en la unidad de Watios (**W**), en caballos de fuerza (**HP**) y caballos de vapor (**CV**).

Sus equivalencias con otros sistemas son las siguientes:

- 1 HP = 745,69987 W
- 1 HP = 1,0139 CV
- 1 CV = 735,49875 W
- 1 CV = 0,9863 HP

2.4. Diseño de Bastidores

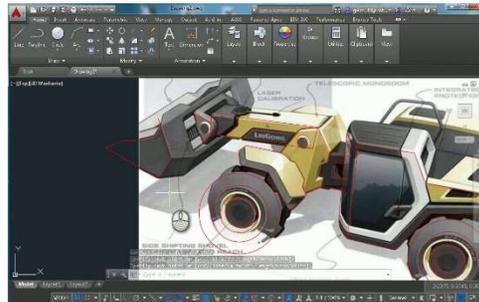
En el campo automotriz existen gran cantidad de bastidores, como de fabricantes que los diseñan según el modelo o características del vehículo, basándose en el uso del mismo en lo que se toma en cuenta la dimensión y caracteres técnicos de construcción, uso de materiales y proceso de manufactura según su perfil.

El bastidor está diseñado para todas las piezas necesarias para la unión o fijación de los accesorios como las cuchillas, quitanieves, pala hidráulica, barredora rotativa etc. Este hace que los accesorios puedan moverse en diferentes ángulos y direcciones para realizar el trabajo.

El diseño de los bastidores de los vehículos livianos, pesados y maquinaria pesada, es un arte en gran magnitud e ingenio de los fabricantes, porque deben ir acoplando sus demás elementos y componentes. El diseñador en cada paso va encontrando inconvenientes de espacio, los cuales se modifican los soportes con la finalidad de que no interfieran los componentes unos con otros y afecten su funcionamiento. A demás en el proceso de diseño se lo hace de la manera más minuciosa para tener un acceso fácil y rápido, para el ensamble o mantenimiento.

Figura 20.

Diseño en Software.



Nota: software de apoyo de diseño mecánico, (CNC, 2016).

En la actualidad, encontramos diversidad de softwares que nos apoyan con el diseño e innovación de nuevos bastidores, estructuras y componentes los cuales cumplirán funciones específicas al momento de ser ensamblados y darán paso a nuevos vehículos de todo tipo. Para llevar acabo debemos tomar en cuenta diferentes factores que son considerados previos al inicio de un proyecto.

- Fuerzas ejercidas por los componentes en los puentes de anclaje.
- Forma de soportar el bastidor.
- Precisión del sistema.
- Ambiente donde trabajara la unidad.
- Cantidad de producción e instalaciones disponibles.
- Disponibilidad de métodos analíticos, como el análisis computarizado de esfuerzos, la experiencia con productos similares y el análisis experimental de esfuerzos. (Diseño de elementos de máquinas, 2006)

Para llevar a cabo todos los factores mencionados se requiere del criterio del diseñador, además de tiene un control a un más estricto con la selección del material, la geometría de la estructura y su proceso de manufactura. (Diseño de elementos de máquinas, 2006)

El diseño de los bastidores se realiza actualmente mediante complejos programas de cálculo por elementos finitos (FEM) como el ADAMS o el ANSYS que han permitido mejorar las características de algunos modelos hasta en un 45% en rigidez torsional dinámica y en un 60% la estática. Estos programas permiten diseñar los distintos elementos de la estructura ante distintas situaciones de flexión, torsión, fatiga, impacto, etc. De forma que se pueden diseñar distintos modelos alternativos en un corto espacio de tiempo y sin la necesidad de ensayarlos todos. Estos programas permiten también simular colisiones pudiendo analizar las deformaciones producidas y el comportamiento del vehículo posterior al accidente. (Mecánica del Automovil, 1997)

A demás contamos con softwares para el diseño mecánico tenemos gran ayuda de la familia de Autodesk, que ha aportado hacia los ingenieros y diseñadores de la

Industria automotriz, donde se plasmas las ideas y alcanzan el objetivo de realizar y validar el modelado, gracias a ello podemos dar un previa de la producción, entre esta familia podemos encontrar Inventor, Fusion 360, AutoCAD, Inventor LT, Inventor Nastran.

Figura 21.

Software Familia Autodesk.



Nota: Imagen de la familia de software de diseño mecánico, (Autodesk, 2020).

2.5. Tipos de Bastidores de Vehículos Livianos e Industriales

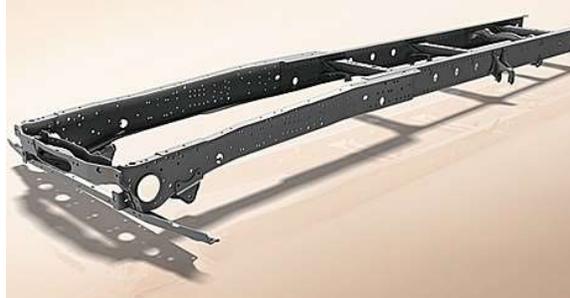
Existe gran variedad de tipos de vehículos livianos, pesados y maquinaria pesada, por ende existe variedad de bastidores, por diferentes criterios ya sea para el trabajo que van a realizar, los fabricantes y los diferentes países de origen para ello podemos encontrar.

Figura 22.

Bastidor de Vehículo Pick Up.



Nota: Estructura tipo larguero-travesaños (**Mercedes-Benz, 2020**)

Figura 23.*Bastidor Larguero y Travesaños.**Nota:* Estructura tipo atego de Mercedes Benz, (Components, s.f.).**2.5.1. Bastidores Vehículos Livianos**

En el inicio de la revolución automotriz, el diseño de los bastidores se fabricaba de la manera más sencilla la que consistía en 2 largueros longitudinales laterales de perfil “C”, unidos entre sí mediante travesaños los cuales forman el bastidor de soporte donde se ensamblaran los sistemas de transmisión, suspensión, motor y carrocería, etc.

Figura 24.*Bastidor Vehículo Liviano.**Nota:* Bastidor de Toyota Highlander, (CDRwebAdmin, 2017).

BASTIDOR INDEPENDIENTE. Este tipo de bastidor se encuentra conformado de 2 largueros longitudinales y unida con travesaños atornillados, soldados o remachados el material usado en este tipo de estructuras es el acero. El conjunto

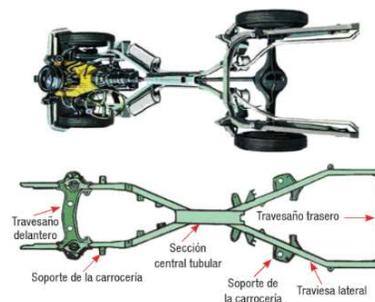
formado cuenta con características como una elevada resistencia y rigidez, el bastidor tiene la capacidad de soportar los esfuerzos de flexión y torsión derivadas del funcionamiento del vehículo. En los bastidores independientes encontramos con diferentes formas y geometrías, con la finalidad de cumplir los requerimientos para los que fueron diseñados

- **Bastidor independiente tipo “X”**

Este tipo de bastidor recibe su nombre por su geometría en “X”, su forma estrecha en el centro, la cual proporciona una rígida estructura con el objetivo de contrarrestar los puntos de torsión elevada. La parte más robusta nos ayuda de soporte para la suspensión delantera, en la parte central tiene una viga longitudinal y extremo posterior donde se acopla el diferencial. Se emplean en vehículos de competición. (Carrocería Elementos Estructurales del Vehículo, 2009)

Figura 25.

Bastidor independiente en "x".



Nota: Bastidor de vehículos de competición, (Carrocería Elementos Estructurales del Vehículo, 2009).

- **Bastidor perimétrico o perimetral**

Este tipo de bastidor se lo utiliza en modelos de vehículos industriales (furgones, camiones y todo terreno) y algunas camionetas (pick-up), este tipo de bastidor se conforma por 2 largueros en la parte más ancha formando una estructura de caja de torsión con el objetivo de seguridad en caso de una colisión lateral o frontal, por su geometría de construcción esta estructura permite absorben el impacto y evitar pérdidas humanas.

Figura 26.

Bastidor Perimetral.



Nota; Bastidor de vehículos tipo todoterreno, (Chileno, 2013).

Este tipo de bastidor tiene configuraciones y ventajas como:

- Mayor ancho el cual proporciona una mayor estabilidad al vehículo.
- La sección central ayuda a tener un centro de gravedad más bajo, proporcionando mayor estabilidad.
- Se dispone de curvas en los largueros con el objetivo de dar mayor espacio a la suspensión.
- Gran resistencia para transportar cargas elevadas

- Rigidez para no sufrir deformaciones por las cargas dinámicas y estáticas.

BASTIDOR TIPO PLATAFORMA. Como su nombre lo menciona es una plataforma que está constituida por la unión de chapas soldadas, formando el conjunto capaz de soportar los elementos mecánicos del vehículo. La carrocería en este bastidor emplea la unión mediante uniones atornilladas o soldadura por puntos.

- Uniones atornilladas en este tipo de técnica se emplea con el objetivo de que sus componentes puedan ser desmontados para recambio o mantenimiento de manera sencilla y rápida.
- Uniones soldadas en este tipo de técnica se emplea para brindar mayor rigidez esto se usa en los elementos amovibles de la estructura.

Figura 27.

Bastidor plataforma.



Nota: Bastidor de Volkswagen Golf, (Mancilla, 2017).

BASTIDOR TIPO AUTOPORTANTE O MONOCASCO. Este tipo de bastidor también es conocido como carrocería monocasco o compacto, es el más usado en la fabricación de automóviles en la actualidad por el hecho de una reducción de peso en su estructura actuando proporcionalmente en una reducción del consumo de gasolina, en esta

estructura se conforma bastidor y parte de la carrocería en una sola pieza unidas con elementos de chapas de acero estampado o aleaciones de aluminio de diferente formas y espesores con puntos de soldadura o uniones atornilladas hasta lograr alcanzar una bastidor auto portante el que resiste las cargas y elementos que se ensamblaran sobre el mismo. (Carrocería Elementos Estructurales del Vehículo, 2009)

Figura 28.

Bastidor Auto portante o Monocasco.

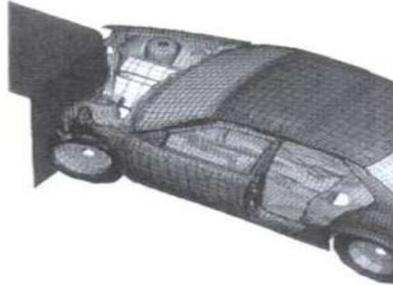


Nota: Bastidor de Lamborghini Aventador, (Wikipedia, 2020).

El bastidor auto portante requiero hacerle una diversidad de pruebas, antes de su producción en serie, para lo cual desde su diseño inicial con la ayuda de softwares es sometido a cargas con el fin de observar su comportamiento. Toda la estructura es capaz de soportar y absorber la deformación de una colisión frontal, lateral o posterior

Figura 29.

Bastidor Auto portante.



Nota: sometido a colisión frontal En software en apoyo, (Mecánica del Automovil, 1997).

Con la prueba realizada se observa las partes más afectadas donde el proceso de producción se usaran mayores espesores en sus chapas de forma que la estructura pueda soportar y repartir la fuerza equitativamente en toda su estructura.

Ventajas de bastidores auto portantes:

- Gran rigidez, estabilidad y ligereza.
- Producción más económica.
- Centro de gravedad más bajo, brinda estabilidad del vehículo en marcha.
- Mayor confort para los ocupantes,
- Reducción de vibraciones y ruidos producidos del vehículo.

BASTIDOR TUBULAR. Este tipo de bastidor nace de la necesidad de aligerar peso en sus estructuras para ello emplea una red de tubos metálicos de sección circular, ovalada o cuadra los cuales emplean soldadura y forman la estructura la cual adopta una forma de jaula donde se ensambla los elementos del vehículo. Al pasar de los años han ido evolucionando hacia las estructuras esbeltas tipo celosía o perimetral, dando

resultado un conjunto muy ligero y de gran rigidez. (Paraninfo, Carrocería Elementos Estructurales del Vehículo, 2009)

Es una estructura de elevado costo de fabricación y es usada en los vehículos de competición con el objetivo de cumplir con la misión de estética y aerodinámica de la carrocería, donde los diseñadores buscan fácil accesibilidad a la mecánica del vehículo.

Figura 30.

Bastidor Tubular.



Nota: Bastidor tubular de buggy de competencia, (Monferrer, 2018).

2.5.2. Bastidores de Vehículos Industriales

Los bastidores en los vehículos industriales como furgones, camiones, maquinaria agrícola y de construcción que permiten transportar las elevadas cantidades de carga y dimensiones, cuya función es obtener un vehículo de gran rigidez sin sufrir deformaciones de los miembros estructurales. La utilidad de los bastidores industriales depende de algunos factores importantes como: dimensionamiento del vehículo, rigidez, peso a transportar y el proceso de manufactura.

BASTIDORES LARGUEROS LONGITUDINALES. El bastidor de largueros longitudinales es independiente y sumamente rígido que se compone de 2 perfiles, fabricados de chapa laminada con perfil cajado o tipo C unidos perpendicular por

travesaños. Existen gran variedad de bastidores según su dimensionamiento, geometría, material y proceso de manufactura Este tipo bastidor es recomendable para el transporte de cargas.

Figura 31.

Bastidor De Largueros Longitudinales.



Nota: Bastidor de ómnibus, (Bel, 2011).

BASTIDOR CON PERFIL EN “U”. Este bastidor con perfil en U los podemos encontrar en camiones, autobuses, tracto camiones, y remolques. Este perfil es abierto lo cual permite la flexión en los largueros sin que exponga el material a tensiones innecesarias y proporciona a los travesaños una resistencia suficiente para absorber las fuerzas laterales. Las dimensiones de los perfiles en U cambian según el fabricante, y son estos los que los adaptan a las dimensiones del camión y a la masa del vehículo. Las dimensiones de estos perfiles varían desde los poco más de 4 metros de longitud , 150mm de altura y 5mm de espesor en pequeños camiones hasta los 12 metros de longitud 330mm de altura y 10 mm de espesor en camiones rígidos de grandes dimensiones. (Bel, 2011)

Figura 32.

Bastidor con Perfil en U.



Nota: Bastidor de Camión equipo pesado, (Bel, 2011).

BASTIDOR REFORZADO. El bastidor lo podemos encontrar en camiones que transportan grandes pesos y que disponen de carrozado. En este caso observamos refuerzos en las zonas de mayor esfuerzo van ubicados en la parte interior en forma de U que se ajusta al perfil exterior para formar una estructura más rígida y consistente de esta manera se optimiza la sección resistente de los soportes. Los refuerzos además de brindar seguridad en sus soportes también influyen mayor peso en su estructura.

BASTIDOR CON PERFIL DE DOBLE T. El bastidor con perfil en T actualmente se fabrica con mayor facilidad por el perfil de sección variable esto permite una adaptación que consiste con la distribución de esfuerzos que transmiten la carga para el uso de semirremolques y algunos modelos de remolques.

Figura 33.

Fabricación de Bastidor Plataforma.



Nota: Bastidor de Plataforma de transporte de carga, (Appicua, 2015).

2.6. Materiales de Fabricación de Bastidores

En el campo automotriz influye un factor muy importante para los ingenieros y diseñadores que deben tomar en cuenta diferentes propiedades mecánicas de los materiales previas a su construcción, los cuales deben cumplir expectativas y necesidades al ejecutar el trabajo para el que fue diseñado el bastidor del vehículo.

Acero es una composición química de hierro con cierto porcentaje de carbono y otras aleaciones con materiales como aluminio, azufre, boro, cobalto, fosforo, cromo, níquel, vanadio, tungsteno, plomo, y titanio los que permiten propiedades mecánicas de los materiales según la directriz de su aplicación

Figura 34.

Barras de Acero.



Nota: Acero para fundición, (YIEH CORP, s.f.).

2.7. Propiedades Mecánicas

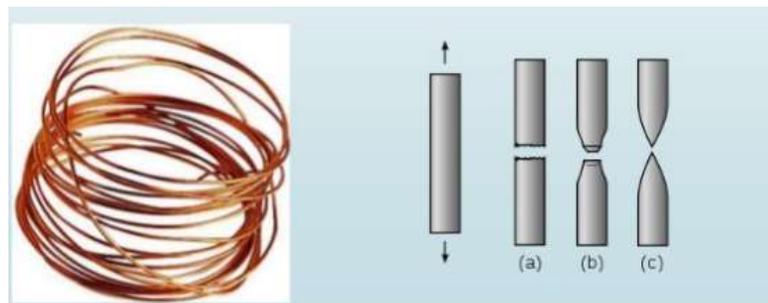
La mecánica de materiales es una rama de la mecánica que estudia las relaciones entre las cargas externas aplicadas a un cuerpo deformable y la intensidad de las fuerza internas que actúan dentro de un cuerpo. En su pre selección se la realiza mediante ensayos con la finalidad de establecer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales

- Ductilidad.

Es una propiedad que tiene la capacidad de experimentar importantes deformaciones antes de llegar a su punto de rotura con aplicación de cargas sobre el material.

Figura 35.

Ductilidad del Material.



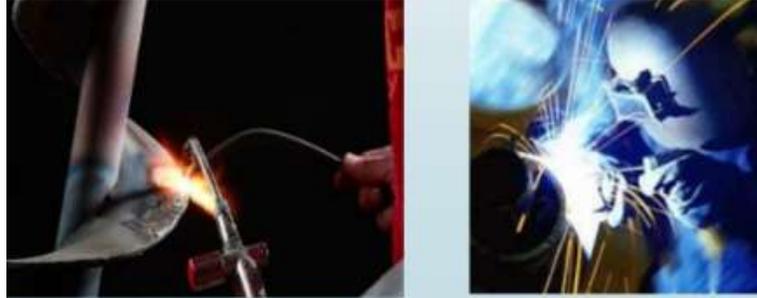
Nota: Característica del material, (Estrada, 2015).

- Soldabilidad.

Es una propiedad que tiene la capacidad de soportar trabajos térmicos sobre los materiales, sin presentar deformaciones o cambios estructurales.

Figura 36.

Soldabilidad del Material.



Nota: Característica del material, (Estrada, 2015).

- Maleabilidad.

Es una propiedad que tiene la capacidad de reducir o extender en láminas sin que sufra daño o rotura de los materiales.

Figura 37.

Maleabilidad del Material.



Nota: Característica del material, (Estrada, 2015).

- Tenacidad del material.

Es una propiedad que tiene la capacidad de absorber o acumular la energía de deformaciones aplicadas por cargas antes de alcanzar la rotura de los materiales.

Figura 38.

Tenacidad del Material.



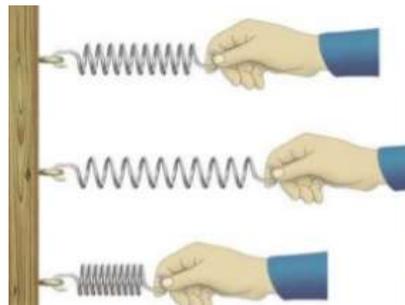
Nota: Característica del material, (Moreno, 2017).

- Elasticidad del material.

Es una propiedad que tiene la capacidad de soportar cargas, deformarse y recuperar su posición inicial.

Figura 39.

Elasticidad del Material.



Nota: Característica del material, (Estrada, 2015).

- Fragilidad del material.

Es una propiedad que tiene la capacidad de experimentar deformaciones hasta su punto de rotura con aplicación de cargas sobre el material.

Figura 40.

Fragilidad del Material.



Nota: Característica del material, (Moreno, 2017).

- Plasticidad del material.

Es una propiedad de los materiales para ser moldeados o deformación irreversible ante la acción de cargas que superen su rango elástico.

Figura 41.

Plasticidad del Material.



Nota: Característica del material, (Estrada, 2015).

2.8. Elementos Principales de una Maquinaria Pesada (Retroexcavadora).

En la construcción de obras el uso de la maquinaria pesada es primordial y debemos tener en cuenta los sistemas, partes o elementos que la conforman. Entre ellos principales y secundarios.

2.8.1. Tractor

La retroexcavadora nació de la estructura de un tractor agrícola realizando una modificación o rediseño de la ingeniería se usa como vehículo y soporte para ensamblar los demás componentes. En su estructura o bastidor se aplica contrapesos con el objetivo de equilibrar de los movimientos de operación de la maquinaria (retroexcavadora).

Figura 42.

Tractor Agrícola.



Nota: una retroexcavadora nace a través de la estructura de un tractor agrícola, (PartesDel.com., 2017).

2.8.2. El Motor o Fuerza Motriz.

En la maquinaria pesada por lo general encontramos motores diésel, que son empleados en el ámbito industrial y vehículos pesados; esto debido a sus características dureza, bajo consumo, y mayor torque.

Un motor diésel se deriva en un funcionamiento de 4 ciclos o tiempos (admisión, compresión, expansión, y escape.). Porque el uso de estos motores en la maquinaria pesada es por el simple hecho de que son motores más económicos, tiene una

compresión superior a un motor de gasolina y son capaces de soportar entre 700 y 950 grados de temperatura, aptos para trabajos que requiere más fuerza o torque.

El motor diésel va situada en la parte delantera del bastidor. Su funcionamiento se basa en régimen constante de giro, en el que va acoplado una bomba hidráulica encargada de enviar presión al sistema y accionar los diversos elementos móviles de la maquinaria.

Figura 43.

Motor Diésel Retroexcavadora.



Nota: Motor a diésel de maquinaria pesada, (JCB, 2018).

2.8.3. Cabina

Parte operacional de la maquinaria de forma ergonómica que tiene una visión panorámica y aislador de ruido, donde podemos encontrar mandos para los mecanismos hidráulicos.

Figura 44.

Cabina.



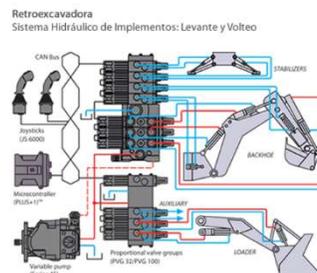
Nota: Cabina Ergonómica de un retroexcavadora, (Maquinaria WIEBE, 2014).

2.8.4. Sistema Hidráulico

La maquinaria pesada consta de un sistema hidráulico primordial para su funcionamiento y ejecución de trabajos para los cuales fueron diseñadas, para lo cual trabajan con fluido hidráulico, esto ayuda a obtener la potencia máxima que ira dirigida a los componentes hidráulicos con los que cuenta, son el aceite , la bomba, cilindros hidráulicos que permiten los movimientos simultáneos.

Figura 45.

Sistema Hidráulico Retroexcavadora.



Nota: Imagen de conexión hidráulica de una maquinaria retroexcavadora, (Wilder, 2017).

ACEITE HIDRÁULICO PARA MAQUINARIA PESADA. Es un componente fundamental para la ejecución del trabajo a realizar. Este fluido no es netamente un lubricante como su nombre lo menciona, sus funciones son transmitir la fuerza necesaria a todo el sistema, lubricar las partes móviles, proteger los componentes de la corrosión, disipar el calor de los componentes para ello debemos verificar características de su composición, en lo que influye mucho es su índice de viscosidad. (Crane and Machinery, 2020).

Figura 46.

Aceite Hidráulico.



Nota: Tanque de fluido hidráulico Caterpillar HYDO ADVANCED 10, (Caterpillar, 2020).

BOMBA HIDRÁULICA. Componente encargada de enviar caudal de fluido hidráulico a todo el sistema, para accionar el movimiento de los mecanismos. (Crane and Machinery, 2020)

Figura 47.

Bomba Hidráulica.



Nota: Bomba Hidráulica de maquinaria KAWASAKY, (Maquinaria WIEBE, 2014).

CILINDRO HIDRÁULICO. Es un componente encargado de recibir el caudal del fluido que trasmite la bomba hacia su sistema con la finalidad de realizar el movimiento de cada elemento (Crane and Machinery, 2020).

Figura 48.

Cilindro Hidráulico.



Nota: Cilindros de cargadora de una retroexcavadora, (Maquinaria WIEBE, 2014).

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE BASTIDOR TUBULAR

El diseño se determinó de diferentes factores para conformar y diseñar la geometría del bastidor tomando en cuenta el modelo de la máquina de marca JCB, modelo 1CX, en base a los componentes adquiridos que van ensamblados según su dimensionamiento hasta alcanzar el objetivo de obtener un banco de entrenamiento de maquinaria pesada haciendo uso de un programa de diseño por computadora del paquete de inventor profesional 2020

3.1. Diseño de Boceto Bastidor en Software de Apoyo

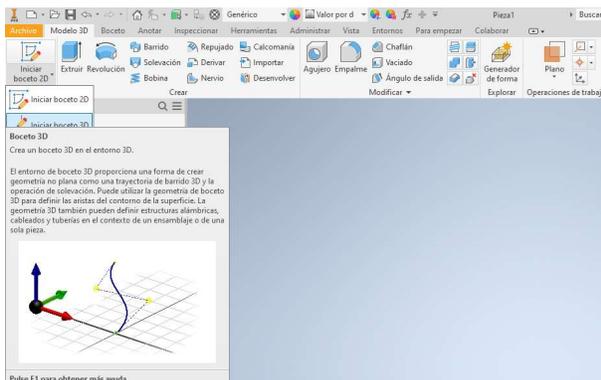
Se partió con la ayuda del programa de inventor ya que es un software de elemento finito para alcanzar análisis de diseños de ingeniería mecánica en el proceso de la geometría del bastidor creando un boceto de los soporte de tracción herramientas y demás elementos. Tomando en cuenta los elementos y componentes previamente adquiridas para la ubicar dentro del bastidor según su dimensionamiento y función que van a ejecutar.

El programa de inventor es una herramienta de aprendizaje donde implementamos nuestras ideas que nos permite y la creación de bocetos de diseño, de modelos o dibujos de piezas mecánicas a detalle además de constar con la ayuda de análisis cargas para su validación de estructural.

Figura 49.*Software Inventor.*

Nota. Interfaz de software de diseño INVENTOR PROFESSIONAL 2020

En primer lugar se comenzó ubicando en un boceto 3D en la barra de herramientas como se muestra en la figura 50.

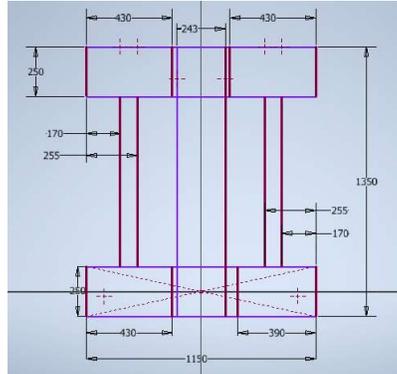
Figura 50.*Diseño de Boceto.*

Nota: Mediante la herramienta de líneas fuimos formando el boceto del bastidor.

El siguiente pasó, se creó el boceto del bastidor inferior con el comando línea teniendo en cuenta el dimensionamiento de la geometría del bastidor.

Figura 51.

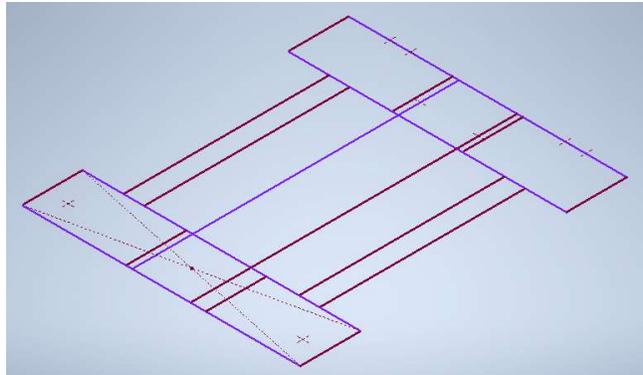
Diseño de Boceto Inferior de Bastidor.



Nota: medidas del boceto de bastidor inferior.

Figura 52.

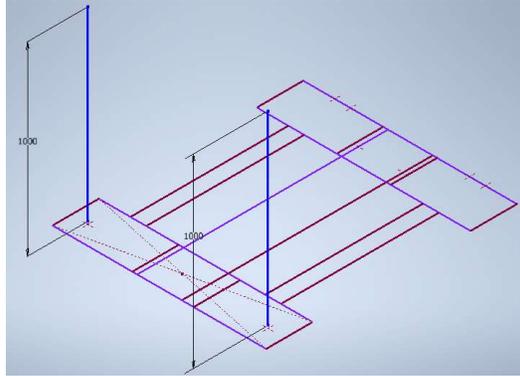
Diseño de Boceto para Aplicación de Miembros Estructurales.



Nota: Diseño de soporte para tracción del banco de entrenamiento de maquinaria pesada en lo que consta de soporte de tracción entre largueros y travesaños. (Líneas de color Café).

Figura 53.

Diseño Boceto de Soporte Pala.

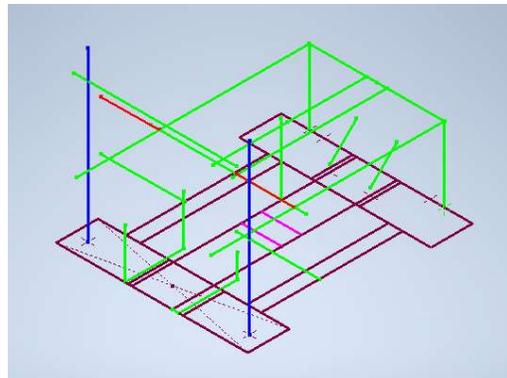


Nota: Diseño de boceto de soporte para las herramientas del banco de entrenamiento (Líneas de color azul).

En la siguiente figura observamos el boceto completo del bastidor en la cual se ha utilizado las herramientas y funciones para obtener la geometría del bastidor en que las medidas se pueden modificar ya sea su caso según el requerimiento de dimensionamiento de elementos mecánicos a ensamblar. Figura 55

Figura 54.

Boceto Completo de Bastidor Tubular.



Nota. Boceto de bastidor terminado y designado según diferentes colores

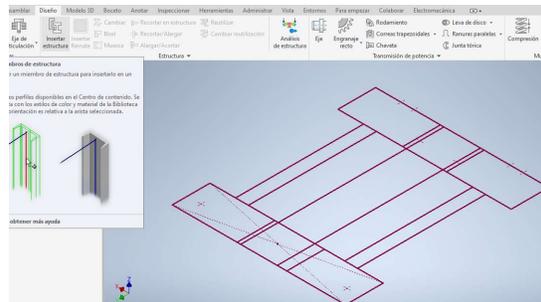
3.2. Diseño de Miembros Estructurales

A continuación con el boceto del diseño construido en el plano 3D del modelado, hacemos clic en **entornos**, y nos dirigimos a **convertir conjunto soldado**, insertando miembros estructurales con los perfiles 3D. Figura 57

Seleccionamos el miembro estructural según las normas **ISO**, tamaño **40mmx40mmx2.5mm**, y el material **ACERO**, además el software nos permite la selección de la ubicación del miembro estructural. Figura 58

Figura 55.

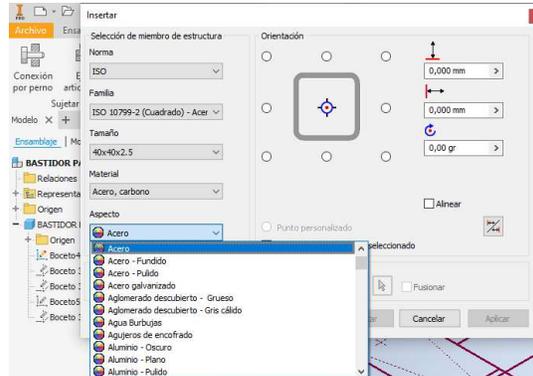
Formación de Miembros Estructurales.



Nota: Boceto previo de bastidor inferior con la finalidad de soportar peso total del banco de entrenamiento aplicamos miembros estructurales.

Figura 56.

Selección de Material para Miembro Estructural



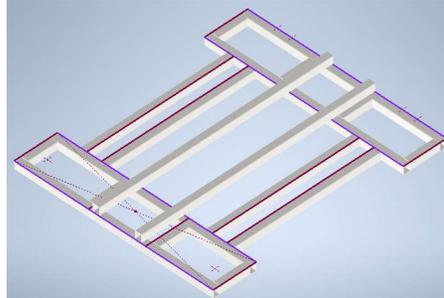
Nota: Previa a la selección de material investigamos la adquisición del mismo en el mercado nacional.

Se aplicó de miembros estructurales a bastidor inferior con los datos previamente antes seleccionados en el software hemos aplicado tubo cuadrado de construcción de acero carbono 40mmx40mmx2.5mm. Figura 57

Se creó el conjunto soldado se diseñó diferentes placas de apoyo para soporte de brazos de pala cargadora y soporte de pluma formando el bastidor tubular siguiendo las líneas del boceto 3D una característica principal del software de diseño mecánico nos permite modificar la estructura en su dimensionamiento o posición de los miembros estructurales, si llegase a tener ese inconveniente nos dirigimos a **EDITOR DE GENERADOR DE ESTRUCTURAS**, y hacer algún cambio en el bastidor. Figuras 58 y 59

Figura 57.

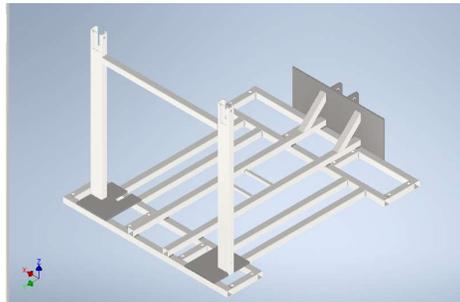
Miembro Estructural de Bastidor Inferior.



Nota. Miembro estructural inferior soporte de componentes del sistema hidráulico de la tracción.

Figura 58.

Miembro Estructural de Soporte de Herramientas.

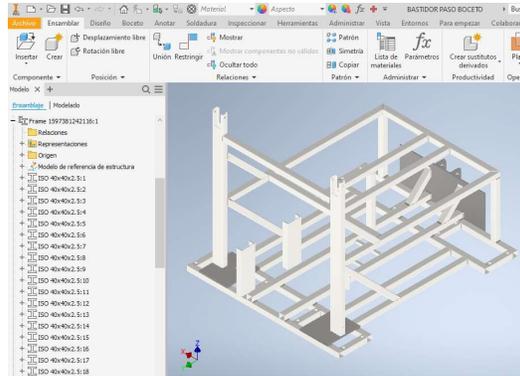


Nota. Miembro estructural y soportes del sistema de herramientas del banco de entrenamiento.

Cumpliendo con todos los parámetros de diseño obtenemos el bastidor tubular planteado para el banco de entrenamiento de maquinaria pesada el cual obtenemos en un plano 3D, con ello podemos observar desde cualquier punto de vista desde el modelado del bastidor en software inventor.

Figura 59.

Bastidor Tubular Completo.

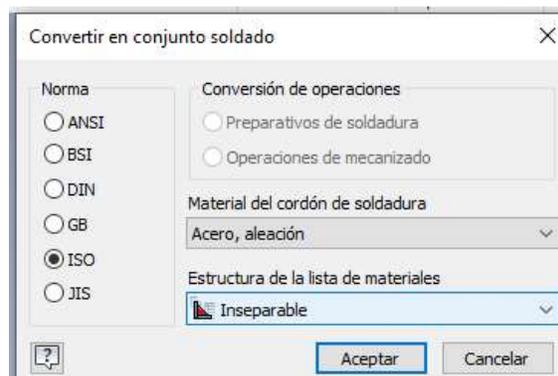


3.3. Aplicación de Soldadura en Diseño Estructural

En el software de diseño nos permite aplicar soldadura de la misma manera en que se lo aplicaría en la parte real en el proceso de manufactura del bastidor tubular para hecho seleccionamos el tipo de soldadura en el programa basado en las normas **ISO** y de material **ACERO DE ALEACIÓN**. Figura 60

Figura 60.

Selección de Material de Soldadura.



Nota. En la selección del material de soldadura se ha seleccionado acero de aleacion con estructura inseparable.

Se realizó el proceso de soldadura en los miembros estructurales del bastidor en la parte inferior y las placas que forman parte del bastidor haciendo un solo cuerpo sólido en sus uniones del bastidor. Para ello nos dirigimos a soldadura y tenemos la opción de soldadura por **EMPALME O RANURAS** según sea la disposición y posición donde se aplicara el material de soldadura.

La aplicación de soldadura se la realiza minuciosamente en punto estratégicos de unión o intersección de los miembros estructurales, haciendolo de manera correcta seleccionando caras o ranuras según se el caso

Figura 61.

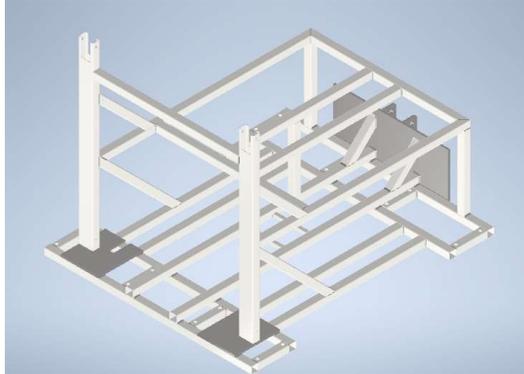
Soldadura de Miembro Estructural.



Nota. Miembro estructural de bastidor inferior armado y soldado en la software de paoyo inventor.

Figura 62.

Suelda de Diseño Estructural Completo.

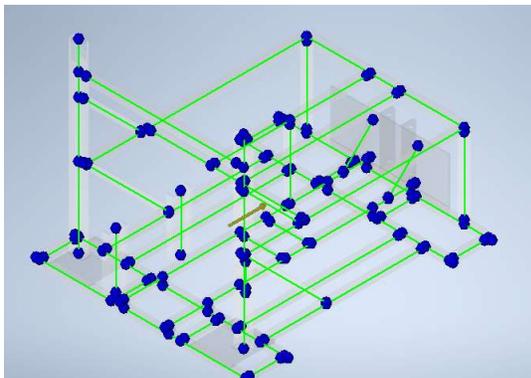


Nota. Miembro estructural de bastidor de banco de entrenamiento de maquinaria pesada completo y soldado en software de apoyo de Inventor.

3.4. Aplicación de Cargas de Presión, Fuerza y Momentos Axiales

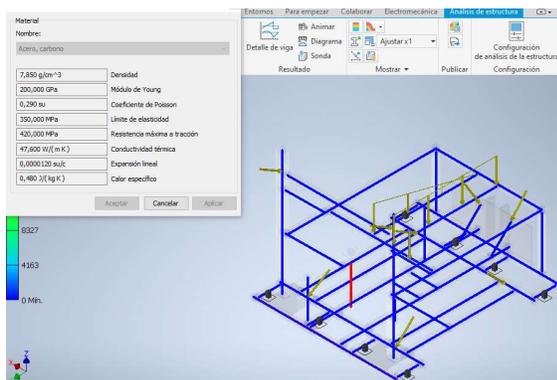
Las estructuras están compuestas de uno o más elementos que se encuentran entrelazadas entre sí donde el diseñador determina el comportamiento de la geometría de diseño. Un análisis estructural consiste en determinar los esfuerzos a los que está sometido cierta estructura con la finalidad de observar posible deformación en algún punto crítico donde se someterá con algún tipo de carga, y resistirlas

Los elementos estructurales pueden resistir cargas de flexión, axiales, cortantes y de torsión las mismas que someterán en el software de inventor al bastidor. Debemos seguir pasos necesarios para llevar a cabo un correcto análisis de estudio de cargas.

Figura 63.*Análisis Estructural.*

Nota: análisis estructural del bastidor

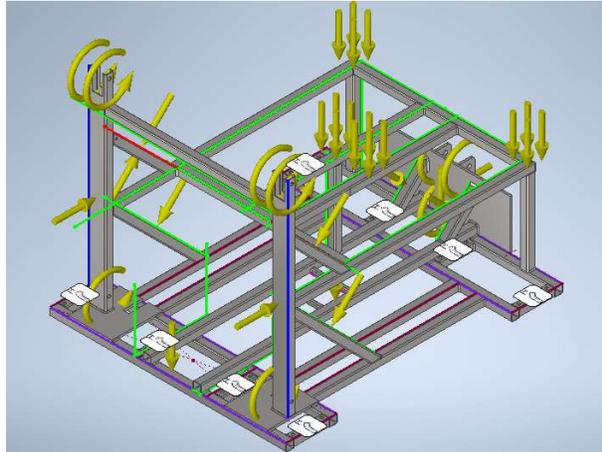
El software de diseño además realizar un análisis previos a la ubicación de cargas en puntos explícitos de fuerzas, nos facilidad con un informe detallado del análisis estructural. En Inventor podemos determinar un análisis de tensiones y un análisis de estructural. Figuras 64 y 65

Figura 64.*Resultado de Análisis Estructural.*

Nota. En la aplicación de cargas a una estructura en el diseño previo a su construcción puede determinar puntos de fallas o ruptura en su estructura.

Figura 65.

Análisis de Tensión.



Nota: Análisis de tensiones en la estructura del bastidor del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

El informe de estructura es un método para comprender de manera efectiva el resultado del análisis aplicado a cierta estructura sometiéndolo a cargas en el informe podemos encontrar tablas donde encontramos a detalle valores según las cargas aplicadas en todos los puntos donde fue aplicada la carga.

Figura 66.*Informe de Análisis Estructural de Bastidor.***INFORME ANALISIS TENSION BASTIDOR**

Archivo analizado:	BASTIDOR PASO BOCETO.iam
Versión de Autodesk Inventor:	2020 (Build 240168000, 168)
Fecha de creación:	16/8/2020, 21:54
Autor del estudio:	JOSE ENRIQUE ROCHA
Resumen:	

 Información de proyecto (iProperties)
 Resumen

Autor	User
-------	------

 Proyecto

Nº de pieza	BASTIDOR PASO BOCETO
Diseñador	User
Coste	\$0,00
Fecha de creación	13/8/2020

 Estado

Estado del diseño	Trabajo en curso
-------------------	------------------

Nota: Informes de validación de análisis de tensión y estructural lo encontramos en anexos.

CAPÍTULO IV

4. PROCESO DE MANUFACTURA DE BASTIDOR

4.1. Construcción de Bastidor Inferior

En el proceso de manufactura previamente sondeamos el terreno de los materiales que existen en el mercado para su adquisición, se encontró el tubo cuadrado de 40mmx40mm x 2.5mm, además el tubo rectangular de 80mmx40mmx 2,5 los cuales fueron usados en el diseño del bastidor en el software de inventor

En el proceso soldadura GMAW, (Gas Metal Arc Welding o soldadura a gas y arco metálico), con un aporte de material de diámetro 0,9 mm y una escala de amperios de 90 +/- 5.

Figura 67.

Soldadora Gmaw (Mig).



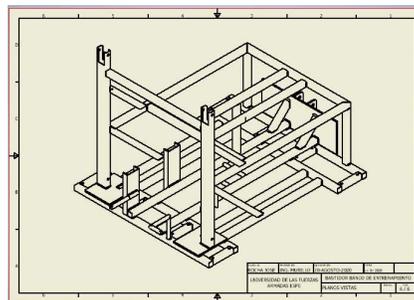
Nota: Soldadora de método GMAW (MIG), la cual se utilizó para el proceso de soldadura de estructura del bastidor

Figura 68.*Tubo Cuadrado.*

Nota: ACERO ASTM36 para construcción estructural (DIPAC Productos de acero, 2016)

Basándose a los capítulos anteriores el diseño del bastidor fue adecuado según el espacio que ocupara al ensamblar los componentes y sistemas que conformaran el banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

El proceso de manufactura del bastidor y demás componentes se realizó en un establecimiento de alta calidad de producción y mano de obra donde se cuenta con la maquinaria para la ejecución del proceso de manufactura.

Figura 69.*Bastidor Completo para Construcción.*

Nota. Inventor es una herramienta de diseño que nos permite hacer un bosquejo en 3d, además de facilitarnos con planos de guía de construcción.

4.2. Bastidor Inferior

El proceso de manufactura se realizó desde la parte inferior de la estructura, basándose en los planos obtenidos del software de inventor:

Se procedió a cortar los tubos según el dimensionamiento de los planos, a continuación se armó en una superficie totalmente plana la parte inferior de bastidor, se procedió a soldar mediante un proceso de soldadura GMAW figura71, (Gas Metal Arc Welding o soldadura a gas y arco metálico), con un aporte de material de diámetro 0,9 mm y una escala de amperios de 90 +/- 5. En la figura se muestro el ensamble de la parte inferior del bastidor.

Figura 70.

Corte de Tubo Cuadrado.



Nota. Una vez adquirido el material se procedió a trabajar en el proceso de construcción.

Figura 71.

Ensamblaje parte Inferior Bastidor.



Nota. La parte inferior del bastidor es el punto de ensamble para la tracción del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

Figura 72.

Proceso de Soldadura Gmaw.



Nota. Proceso de soldadura se lo realizo con gran concentración aplicando los conocimientos adquiridos en la vida universitaria.

4.3. Soporte de Motor Mci

Se procedió a cortar los perfiles tipo de C de 80mmx40mm, tomando en cuenta que el motor de combustión interna de marca TOYOTA modelo 2K tiene un ángulo específico de funcionamiento para lo cual las bases o soportes del motor deben tener un ángulo en sentido horario hacia la parte del bastidor.

Figura 73.

Corte de Soportes para Mci.



Nota. Los puntos de apoyo del motor de combustión interna fueron contruidos de perfiles tipo C de medidas 80mmx40mmx2.5 mm

Figura 74.

Soldadura de Soportes Mci.



Nota. Los soportes deben ser contruidos de tal modo de lograr un ángulo para un funcionamiento y desempeño correcto del Mci.

4.4. Arco Soporte de Brazos de la Pala

La maquinaria pesada consta de refuerzos en puntos específicos por la posición de sus herramientas para ello en el diseño se fue implementado planchas de acero sólido de 10mm que fueron cortadas con oxicorte que irán soldadas en el bastidor que

cumplirán su función principal de soportar el peso en las herramientas como son los conjuntos completos de pala.

Como refuerzo adicionales se forma ángulos de 45 gr en puntos específicos con la finalidad de evitar posibles deformaciones cuando el bastidor sea sometido a cargas de trabajo por funcionamiento de herramientas o tracción.

Figura 75.

Oxicorte de Placa de Soporte.



Nota. Consta de dos etapas en la primera, el acero se calienta a alta temperatura (900 °C) con la llama producida por el oxígeno y un gas combustible; en la segunda, una corriente de oxígeno corta el metal y elimina los óxidos de hierro producidos.

(WIKIPEDIA, 2020)

Figura 76.

Base y Soporte de Brazos Pala.



Nota. Nivelación de puntos de apoyo de herramientas.

Figura 77.

Angulo de Refuerzo de Soporte Pala.



Nota: Según los planos obtenidos del software de inventor se colocó puntos de apoyo y refuerzo en la estructura.

4.5. Soporte de Conjunto Pluma Cucharón

Una máquina retroexcavadora consta con puntos de apoyo las mismas que son reforzadas para resistir el peso y el trabajo de cierto conjunto para lo cual en el diseño se fue implementó puntos de refuerzo. El conjunto de soporte de pluma cucharón

consta de una placa de 10mm de espesor y ángulo a 45gr desde la placa hacia los largueros del bastidor formando un cuerpo solido de trabajo. Figuras 77 y 78

Figura 78.

Soldadura de Placa Soporte.



Nota. Placa soporte de 10 mm de espesor, en el soporte de pluma

Figura 79.

Soldadura de Refuerzo Soporte.



Nota. El conjunto solido fijado a la placa de 10 mm previamente acoplada al bastidor tiene la función de acoplar el conjunto de pluma cucharón mediante pasadores de acero de diámetro 22mm, formando un solo cuerpo en el bastidor.

Figura 80.

Puntos de Anclaje Pluma Cucharón.



Nota. Construcción de soporte herramientas y tracción formando un solo conjunto en el bastidor.

Figura 81.

Soportes de Herramientas y Tracción.



Nota. Bastidor construido los puntos de apoyo de tracción y herramientas.

4.6. Habitáculo para Componentes y Soporte Cabina

El habitáculo fue basado en el diseño de la estructura del bastidor para la cual se fue tomando en cuenta dejar un espacio donde colocar los componentes hidráulicos

como válvulas y circuito hidráulico, además de construir y soldar el soporte para la cabina ergonómica del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

Figura 82.

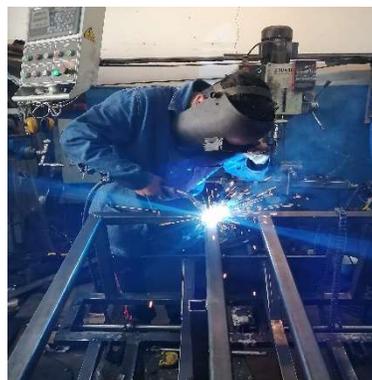
Habitáculo de Componentes Hidráulicos.



Nota. En base al diseño se predispuso un espacio adecuado para colocar elementos y sistemas, con la finalidad de llevarlos de forma ordenada.

Figura 83.

Soldadura de Bastidor Completo.



Nota. En los planos de diseño son de gran apoyo donde se alcanzó, una construcción veraz y eficaz del bastidor, sin tener inconvenientes de medidas por espacio de algún componente se ensamblara al bastidor

Figura 84.

Proceso de Manufactura Terminado.



Nota. Proceso de manufactura terminado y ensamblado componentes hidráulicos del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

4.7. Proceso de Recubrimiento de Estructura con Fondo Automotriz

La pintura automotriz tiene 2 funciones principales, la primera se fue aplicando un tratamiento para la corrosión de los metales a la que se encuentra expuesto por el ambiente, y la segunda y con un grado mayor de calidad es obtener un gusto estético en la pintura ya sea por el color y el brillo en la pintura de los vehículos.

En la estructura del bastidor se fue aplicando varias capas de pintura de fondo la que permite evitar la corrosión en la estructura, además de darle un toque especial al trabajo efectuado en el proceso de manufactura.

Pasos para aplicar la pintura de fondo anticorrosiva

- Se lijo las superficies de la estructura donde se observó partes de corrosión.
- Se limpió las superficies de la estructura con paño húmedo de tiñer.

- Se aplicó la pintura de manera uniforme y simultanea por todas las áreas de la estructura del bastidor

Figura 85.

Aplicación de Pintura Anticorrosiva.



Nota. La pintura anticorrosiva se preparó con un cierta cantidad de tñer, para su aplicación se la realizo de manera simultánea y uniforme sobre la estructura.

Figura 86.

Banco de Entrenamiento de Maquinaria Pesada.



Nota. Banco de entrenamiento de maquinaria pesada terminado

CAPÍTULO V

5. PRUEBAS Y RESULTADOS

5.1 Análisis del Material.

En el análisis estructural aplicado en el software de Inventor, no despliega características de los materiales de manera general y tensión en los que encontramos:

El material seleccionado fue tubo cuadrado de acero carbono con dimensiones de 40mmx40mmx2,5mm. Tomando en cuenta el estudio previo en los materiales para la adquisición en el mercado nacional.

- Densidad de masa

Determina la cantidad de masa de un cuerpo que posee por la unidad de volumen.

- Límite de elasticidad

Es conocer el límite elástico que soporta el material estructural al someterlo a una tensión sin sufrir deformación. (las deformaciones son directamente proporcionales al esfuerzo).

- Resistencia máxima a tracción

Es conocer la carga máxima resistida o el esfuerzo unitario que observaremos en el punto de ruptura en el material estructural.

- Módulo de Young

También conocido como módulo de elasticidad, nos muestra en el parámetro de elasticidad mediante la aplicación de cargas (rigidez del material)

- Coeficiente de poisson

Determina el alargamiento longitudinal o elongación del conjunto estructural.

- Modulo cortante

Es la reacción del material ante la acción de aplicación de cargas

Figura 87.

Características del Miembro Estructural.

Material(es)		
Nombre	Genérico	
General	Densidad de masa	1 g/cm ³
	Límite de elasticidad	0 MPa
	Resistencia máxima a tracción	0 MPa
Tensión	Módulo de Young	0,0000001 GPa
	Coeficiente de Poisson	0 su
	Módulo cortante	0,00000005 GPa
Nombre(s) de pieza	BASTIDOR BASE.ipt Skeleton 1594847025201.ipt	
Nombre	Acero, carbono	
General	Densidad de masa	7,85 g/cm ³
	Límite de elasticidad	350 MPa
	Resistencia máxima a tracción	420 MPa
Tensión	Módulo de Young	200 GPa
	Coeficiente de Poisson	0,29 su
	Módulo cortante	77,5194 GPa

Nota. Las características reales de los materiales nos despliegan en el informe de análisis estructural arrojada por el software de Inventor.

5.2. Análisis de Cargas

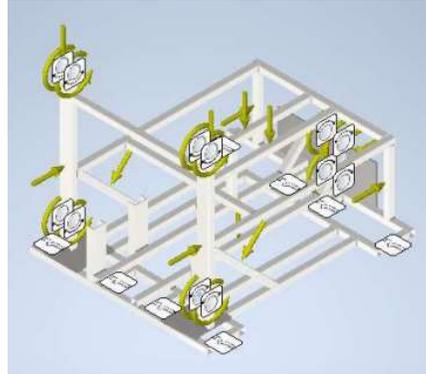
El estudio de análisis de cargas es fundamental en todo diseño estructural, el cual es necesario para comprender y determinar el comportamiento de los materiales estructurales los cuales van a estar sometidos a cargas según sea el trabajo que va a efectuar.

En mecánica de materiales la carga o es la que tiende a cambiar de estado de reposo al movimiento según sea su dirección y posición de carga sobre un cuerpo,

además de tener en cuenta que toda estructural sobre la tierra ya está sometida a la fuerza gravitatoria (fuerza vertical al centro de la tierra).

Figura 88.

Análisis de cargas.



Nota. El análisis de cargas en software digital nos ayuda en comprender el comportamiento de los materiales en el miembro estructural, llegando a observar puntos de deformación o posibles rupturas.

5.3 Resultados de Fuerzas y Pares de Reacción

En el informe de análisis estructural nos despliega un resumen general, resultado de aplicación de cargas a la estructura, tomando en cuenta restricción en puntos fijos o punto de apoyo para la estructura.

Figura 89.

Fuerza y Pares de Reacción.

☐ **Resultados**

☐ **Fuerza y pares de reacción en restricciones**

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción			Pares de reacción		
	Magnitud	Componente (X, Y, Z)		Magnitud	Componente (X, Y, Z)	
		-151,906 N			-396,251 N m	
Restricción fija:1	986,349 N	-165,65 N	960,4 N	398,036 N m	26,6686 N m	-26,5835 N m
		134,245 N			-453,707 N m	
Restricción fija:2	1797,09 N	227,339 N	1777,59 N	465,727 N m	-96,7992 N m	41,0075 N m

file:///C:/Users/User/Desktop/inventor/tesis/BASTIDOR ENSAM 2.iam Informe de análisis de tensión 16_7_2020.iam

16/7/2020 ANÁLISIS TENSIÓN BASTIDOR TUBULAR 2

Restricción de pasador:1	1732,49 N	0 N	1,52212 N m	0 N m
	284,406 N		1,52212 N m	
	1708,99 N		0 N m	
	19,8846 N		0 N m	
Restricción de pasador:2	1028,69 N	944,808 N	29,1547 N m	18,9338 N m
	406,384 N			22,1699 N m
	30,2538 N			0 N m
Restricción de pasador:3	871,513 N	-657,331 N	1,1965 N m	0,364067 N m
	571,432 N			-1,13976 N m
	-5,53953 N			0 N m
Restricción de pasador:4	818,874 N	-647,901 N	0,289072 N m	-0,146396 N m
	500,747 N			0,24926 N m
	-62,008 N			-0,00628787 N m
Restricción de pasador:5	490,187 N	-108,672 N	1,29979 N m	-0,283347 N m
	263,487 N			1,26851 N m
	24,937 N			-0,00192456 N m
Restricción de pasador:6	495,824 N	-177,15 N	0,583346 N m	0,0450556 N m
	132,464 N			-0,581601 N m

Nota. resultado de analisis en puntos fijos.

Figura 90.

Resumen de Resultados de Análisis.

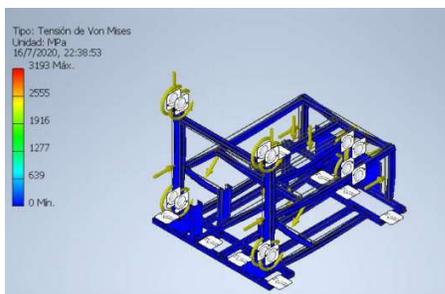
☐ **Resumen de resultados**

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	12795900 mm ³	
Masa	100,433 kg	
Tensión de Von Mises	0,000215594 MPa	3193,19 MPa
Primera tensión principal	-2116,2 MPa	698,382 MPa
Tercera tensión principal	-5372,7 MPa	161,637 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,316612 mm
Coefficiente de seguridad	0,0782917 su	15 su

Nota. En este resumen nos indica cada de los valores como mínimo y máximo del análisis

Figura 91.

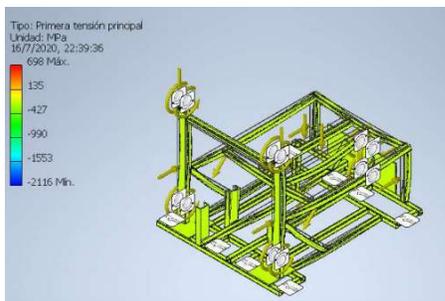
Tensión de Von Mises.



Nota. En tensión con valor mínimo de 0,000215594 Mpa y un valor máximo de 3193,19 Mpa.

Figura 92.

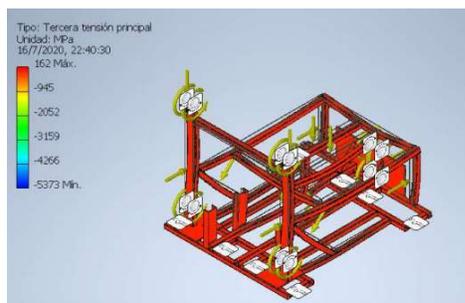
Primera Tensión Principal.



Nota. En tensión con valor mínimo de -2116,2 Mpa y un valor máximo de 698,382 Mpa.

Figura 93.

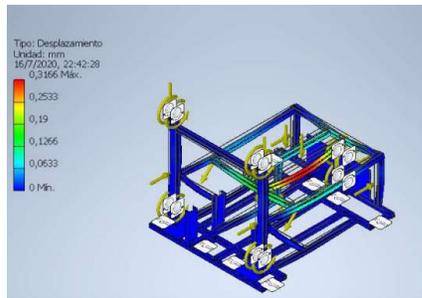
Tercera Tensión Principal.



Nota. En tensión con valor mínimo de -5372,7 Mpa y un valor máximo de 161,637 Mpa.

Figura 94.

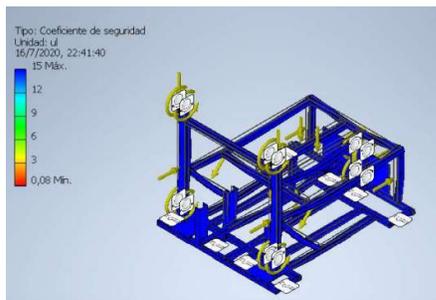
Desplazamiento.



Nota. En tensión con valor mínimo de 0.00 mm y un valor máximo de 0,316612 mm.

Figura 95.

Coefficiente de Seguridad.



Nota. En tensión con valor mínimo de 0,0782917 su y un valor máximo de 15 su.

5.4. Resultados de Análisis Estático

En el análisis de estático podemos encontrar desplazamientos por fuerzas, momentos, tensiones normales, tensión de corte, y tensión de tracción.

Figura 96.*Resumen de Resultados de Análisis Estático.*☐ **Resumen de resultados estáticos**

Nombre		Mínimo	Máximo
Desplazamiento		0,000 mm	1035,946 mm
Fuerzas	Fx	-832096,682 N	910958,731 N
	Fy	-1284634,684 N	1250521,868 N
	Fz	-478401,452 N	1058422,735 N
Momentos	Mx	-180364627,651 N mm	144178590,067 N mm
	My	-73489714,269 N mm	114998527,790 N mm
	Mz	-44133253,371 N mm	45725786,970 N mm
Tensiones normales	Smax	-1398,278 MPa	44538,099 MPa
	Smin	-43805,485 MPa	347,011 MPa
	Smax(Mx)	-0,000 MPa	43910,359 MPa
	Smin(Mx)	-43910,359 MPa	0,000 MPa
	Smax(My)	0,000 MPa	27996,768 MPa
	Smin(My)	-27996,768 MPa	-0,000 MPa
	Saxial	-2949,034 MPa	1332,948 MPa
Tensión de corte	Tx	-5507,700 MPa	5030,896 MPa
	Ty	-7560,715 MPa	7766,963 MPa
Tensiones de torsión	T	0,000 MPa	661,978 MPa

Nota. En el resumen de análisis estático encontramos los valores mínimos y máximos de la estructura del bastidor del banco de entrenamiento de maquinaria pesada

CAPÍTULO VI

6. MARCO ADMINISTRATIVO

6.1 Recursos Humanos

En el desarrollo del proyecto previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Automotriz, el personal se muestra en la siguiente tabla con el aporte explícito que cumplieron en la elaboración del mismo.

Tabla 1.

Recursos Humanos

Nombre	Aporte
Jose Enrique Rocha Rocha	Construcción del proyecto
Ing. Luis Alejandro Murillo	Director y asesor de tesis en diseño y construcción del bastidor
Tnlgo. Miguel Angel Rocha Tenelema	Asesoría en diseño y construcción del bastidor

Nota. En la siguiente tabla describe el personal con el cual se pudo hacer viable este proyecto.

6.2. Recursos Materiales

Los recursos materiales son los componentes que fueron adquiridos para la elaboración del proyecto de titulación, los cuales se detallan en cantidad y costo en la siguiente tabla.

Tabla 2.*Recursos Materiales*

<i>Orden</i>	<i>Recurso material</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Valor unitario</i>	<i>Valor total</i>
1	Tubo rectangular de acero	1	20,82	20,82
2	Perfil tipo U de acero	1	37,41	37,41
3	Tubo cuadrado de acero	5	19,31	96,55
4	Tubo rectangular 50x25	2	13,63	27,26
5	Disco de corte	2	7,20	7,20
6	Disco desbaste	2	3,12	6,24
7	Disco Laminado	1	9,35	9,35
8	sierra	2	1,50	3
9	Angulo 40x4	1	15,02	15,02
10	Placa acero 10 mm	1	30	30
11	Impresiones	150	0,15	22,50
			Subtotal	275,35
			I.V.A	33,04
			TOTAL:	308,39

Nota. En la siguiente tabla se describe los materiales que se adquirieron para la ejecución del proyecto.

6.3. Presupuesto

Al disponer de la tabla de recursos de materiales que dispuse para el proceso de elaboración del proyecto de titulación, se despliega el presupuesto invertido del mismo en la siguiente tabla.

Tabla 3.

Presupuesto

orden	Recurso	Valor total
1	Recursos materiales	308,89
2	Suelda Mig	400,00
3	15 % imprevisto	106,20
Total:		815,09

Nota. En la siguiente tabla se describe el presupuesto de la construcción del bastidor del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

6.4. Cronograma

Mediante la siguiente tabla explicaremos el tiempo ocupado para la ejecución del proyecto desde la fecha de inicio hasta la entrega del proyecto

CONCLUSIONES

- El proyecto de titulación fue concluido de manera correcta, cumpliendo los parámetros previos de diseño del bastidor del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.
- El bastidor fue diseñado bajo los parámetros de espacio para los componentes llegando a obtener un fácil acceso para su estudio, práctica o mantenimiento de los elementos ensamblados al bastidor el cual fue sometido a ensayos digitales y reales.
- Se realizó un análisis digital estructural y de tensión previo a la construcción con el objetivo principal de validar y calificar la estructura cumpliendo el trabajo que va efectuar en el bastidor, el cual es soportar los componentes y cargas de trabajo sobre la estructura.
- Los materiales fueron seleccionados, calibrados e inspeccionados en base a normas ISO 10799-2, para la construcción del bastidor los cuales fueron empleados en software de inventor con la finalidad de obtener un análisis real en cuanto a la parte estructural, además de verificar que el material seleccionado haya a disposición en el mercado nacional.
- El proyecto es muy importante para complementar conocimientos de las áreas de estudios empleadas, además evaluar la importancia de la maquinaria pesada en el ámbito estudiantil y profesional al mismo tiempo.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable mantener una revisión minuciosa en la parte estructural y funcional del banco de entrenamiento con el objetivo de que se un apoyó didáctico a largo plazo hacia los estudiantes de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.
- Es recomendable no operar con peso excesivo en las herramientas ya que fue diseñado, para la demostración didáctica de movimientos de la maquinaria pesada caso contrario la estructura o elemento podría sufrir algún daño (Retroexcavadora).
- El banco de entrenamiento es de fácil acceso para lo que se recomienda al realizar un desarmado o armado de los elementos ya sea de la parte estructural, hidráulica o los mandos de control, deben hacerlo con el mayor cuidado para evitar posibles fallas en un futuro.
- Es recomendable realizar un chequeo visual antes y después del funcionamiento del banco de entrenamiento en caso de presentar algún inconveniente dejar un reporte al personal encargado del banco de entrenamiento.
- En caso de algún sonido extraño en la operación del banco detener inmediatamente su operación (Apagar el motor).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

En J. C. Martín, & A. M. Marco, *MECÁNICA DEL AUTOMOVIL* (pág. 150). Zaragoza: SERVICIO DE PUBLICACIONES, CENTRO POLITECNICO SUPERIOR, UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA.

En P. Robert L. Mott, *DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS* (pág. 776). Naucalpan de Juarez: CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA EDITORIAL DE MEXICO.

. En Paraninfo, *CARROCERÍA ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL VEHÍCULO* (págs. 56-57). MADRID: ÁREA CICLOS FORMATIVOS.

Appicua. (21 de Noviembre de 2015). *AUTO CRASH*. Obtenido de <https://www.revistaautocrash.com/vehículos-pesados-bancos-de-enderezado-de-chasis-para-vehículos-pesados/>, Recuperado el 05 de mayo del 2020

Auqui, P., Ortiz, C., & Parra, M. (25 de 10 de 2012). *SLIDESHARE*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/whasho/cargadoras-frontales>, Recuperado el 05 de mayo del 2020

Bel, J. T. (01 de 2011). *CARROCERIA Y PINTURA*. Obtenido de <http://www.escueladeltrabajo.net/bastcamion.pdf>, Recuperado el 05 de mayo del 2020

Berrios, A. (s.f.). *Pinterest*. Recuperado el 03 de mayo de 2020, de <https://www.pinterest.com/pin/653092383440036419/>

- Caterpillar. (2020). *GECOLSA CAT*. Obtenido de <https://gecolsa.com/maquinaria/aceites/>, Recuperado el 10 de mayo del 2020
- CDRwebAdmin. (06 de 02 de 2017). *CENTRAL DE REPUESTO TR*. Obtenido de <http://centralderepuestostr.com/bastidor/>, Recuperado el 12 de mayo del 2020
- Chaves, A. A. (2004). *MAQUINARIA Y MECANIZACIÓN AGRICOLA*. San Jose, Costa Rica: UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA.
- Chaves, A. A. (2004). *MAQUINARIA Y MECANIZACIÓN AGRICOLA*. En A. A. Chaves, *MAQUINARIA Y MECANIZACIÓN AGRICOLA* (pág. 69). San José, Costa rica: UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA SAN JOSÉ. Recuperado el 28 de mayo de 2020
- Chileno, P. (19 de 01 de 2013). *EAF DEL AUTOMOVIL*. Obtenido de <http://eafdelautomovil.blogspot.com/2013/01/tipos-de-carroceria.html>, Recuperado el 3 de junio del 2020
- Components, M. S. (s.f.). *MAXION CRUZEIRO*. (IOPCHE-MAXION) Recuperado el 29 de 05 de 2020, de http://www.maxionsc.com/cruzeiro/post_produtos/chassis/?lang=es
- Crane and Machinery*. (2020). Obtenido de <https://www.gruasyaparejos.com/gruas-de-construccion/maquina-retroexcavadora/>, Recuperado el 05 de junio del 2020
- Estrada, D. O. (06 de 10 de 2015). Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/davidoestrada/propiedades-de-los-materiales-55682067>, Recuperado el 05 de junio del 2020

- Galbarro, H. R. (s.f.). *INGEMECÁNICA*. Recuperado el 21 de mayo de 2020, de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn217.html>
- JHON DEERE*. (2020). Obtenido de <https://www.deere.com/latin-america/es/retroexcavadoras/>, Recuperado el 05 de mayo del 2020
- Khan Academy*. (s.f.). Recuperado el 18 de mayo de 2020, de <https://es.khanacademy.org/science/physics/forces-newtons-laws/normal-contact-force/a/what-is-weight>
- Mancilla, T. (16 de 04 de 2017). *FOROACTIVO.COM*. Obtenido de <https://eldioxxtm.foroactivo.com/t170-conoce-un-poco-de-plataformasuna-novedad-en-la-industria-automotriz>, Recuperado el 05 de mayo del 2020
- MAQPE.COM*. (s.f.). Recuperado el 03 de mayo de 2020, de <https://maqpe.com/tractor/historia-de-la-maquinaria-pesada/>
- Maquinaria WIEBE*. (2014). Obtenido de https://maquinariaw.com.mx/informacion_maq.php?control=11423, Recuperado el 05 de mayo del 2020
- Miranda, J. C. (09 de 10 de 2017). *APUNTES DE INGENIERIA MECÁNICA*. Obtenido de <https://apuntes-ing-mecanica.blogspot.com/2017/10/retroexcavadoras-i.html>
- Molina, J., & Tovar, J. (2009). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CHASIS TUBULAR MONOPLAZA TIPO BUGGY PARA LA PARTICIPACIÓN DE LA ESPE-L EN FÓRMULA AUTOMOVILÍSTICA UNIVERSITARIA*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/9410/1/T-ESPEL-MAI-0287.pdf>

- Monferrer, C. D. (20 de 05 de 2018). *MOMENTO GP*. Obtenido de <https://www.momentogp.com/analisis-tecnico-de-un-chasis-tubular/>
- Moreno, P. (s.f.). *Pablomoreno2c*. Recuperado el 05 de 06 de 2020, de <https://sites.google.com/site/pablomoreno2c/1-2-propiedades-de-los-materiales>
- Pacheco, M., & Vizquete, J. (2006). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SIMULADOR DE LOS MOVIMIENTOS DE UNA RETROEXCAVADORA CONTROLADO POR UN SISTEMA DE MANDO AUTOMATIZADO*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/4193/1/T-ESPEL-0215.pdf>
- Piqueras, V. Y. (10 de 10 de 2019). *UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA*. Obtenido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/nivelacion/>
- Tecnología*. (s.f.). Recuperado el 23 de 05 de 2020, de <https://www.areatecnologia.com/materiales/resistencia-materiales.html>
- TECNOLOGIA DEL AUTOMOVIL*. (28 de 05 de 2020). Obtenido de <https://www.tecnologia-automovil.com/actualidad/relaciones-peso-potencia-parcilindrada/>
- Wilder, R. M. (04 de 11 de 2017). *UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA*. Obtenido de <http://fimegrupob0.blogspot.com/2017/11/retroexcavadora.html>

ANEXOS