

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Investigación

**Diseño de un soporte con brazo de apoyo móvil para
motores de combustión interna de vehículos
tipo pickup con una capacidad máxima de 500 kg**

Maick Beder Huaccaychuco Bendezu

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Mecánica

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

Ma. Roberto Belarmino Quispe Cabana

DEDICATORIA

La ejecución de este proyecto está dedicada a los seres que amo, mis padres y hermanos, que fueron base fundamental en mi vida. Sin ellos, no podría haber logrado lo que hasta ahora. La fortaleza y lucha indescriptible los ha convertido en el ejemplo a continuar y sobresalir. También dedico este proyecto a mi novia, mi adoración, compañera inseparable de cada día. Ella representaba un gran esfuerzo y determinación en tiempos de decadencia y fatiga. Para ellos, este proyecto, que, sin ellos, no podría haber sido.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios. Él quien ocupa diariamente y llena con su bendición mi vida, y a mi familia que están continuamente presentes.

Mis agradecimientos a aquellas personas que forman parte de la Unidad formativa de la Educación, por depositar su confianza en mí, extenderme el camino y darme la oportunidad de realizar todo el desarrollo investigativo en el interior de su institución.

De la misma forma agradezco a la Universidad Continental, a mis profesores y mis colegas con quienes compartí momentos valiosos, compartir información que me sirven en el desarrollo de mi vida, agradezco su instrucción a los docentes, los cuales me servirán mucho en el desarrollo de mi carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I	19
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	19
1.1 Planteamiento y formulación del problema	19
1.1.1 Planteamiento del problema.....	19
1.1.2 Formulación del problema.....	21
1.1.2.1 Problema General.....	21
1.1.2.2 Problemas Específicos	21
1.2 Objetivos de la Investigación	21
1.2.1 Objetivo General.....	21
1.2.2 Objetivos Específicos.....	22
1.3 Justificación	22
1.3.1 Justificación Teórica	22
1.3.2 Justificación práctica	22
1.3.3 Justificación Metodológica.....	23

CAPÍTULO II	24
MARCO TEORICO.....	24
2.1 Antecedentes del Problema	24
2.1.1 Antecedentes Internacionales	24
2.1.2 Antecedentes Nacionales	26
2.2 Bases Teóricas	28
2.2.1 Principio de soporte motor.....	28
2.2.1.1 Accionamiento hidráulico.....	28
2.2.1.2 Accionamiento por motor eléctrico.....	29
2.2.1.3 Accionamiento mecánico.....	29
2.2.2 Diseño de Estructuras	30
2.2.3 El acero como material estructural	30
2.2.3.1 Peso teórico del acero ASTM sección cuadrada y circular.....	32
2.2.3.2 Angulo estructural ASTM A36 acero.....	33
2.2.3.3 Platinas ASTM A36.....	33
2.2.3.4 Acero ASTM A500.....	33
2.2.3.5 Plancha LAC de acero ASTM A36.....	34
2.2.4 Ruedas para cargas	35
2.2.5 Electrodo para la unión de materiales	36
2.2.6 Uniones de soldadura por arco eléctrico	36
2.2.6.1 Resistencia de uniones soldadas	36
2.2.6.2 Resistencia soldada en una sección cuadrada.....	37

2.2.6.3	Simbología de soldadura	38
2.2.7	Esfuerzo estático	39
2.2.8	Análisis de carga y esfuerzo.....	39
2.2.9	Análisis de factor de seguridad.....	40
2.2.10	Columna con carga	41
2.2.10.1	Cargas excéntricas	41
2.2.10.2	Carga céntrica	41
2.2.11	Pernos	43
2.2.12	Software de diseño.....	43
2.2.12.1	Planos.....	44
2.2.13	Motor	44
2.2.14	Motor de combustión interna	44
2.2.15	Motores tipo pickup	45
2.2.15.1	Características de motor.....	45
2.2.15.2	Dimensiones de motores.	46
2.2.15.3	Dimensiones de polea del cigüeñal de motores.	48
2.3	Definición de términos básicos	49
CAPITULO III		50
METODOLOGIA.....		50
3.1	Tipo y alcance de la investigación	50
3.1.1	Tipo de investigación.....	50
3.1.2	Alcance de la investigación	51

3.2 Metodología aplicada para el desarrollo de solución	51
3.2.1 Fases de la metodología VDI 2221	51
3.2.1.1 Fase de especificación	51
3.2.1.1.1 Detalle de lista de exigencias.....	51
3.2.1.2 Estructura funcional	52
3.2.1.2.1 Función total del sistema (caja negra)	52
3.2.1.3 Solución principal.....	53
3.2.1.3.1 Matriz morfológica de la función	53
3.2.1.4 Estructura modular	54
3.2.1.5 Diseños preliminares	54
3.2.1.6 Diseño definitivo	54
3.2.1.7 Documentos del producto	55
CAPITULO IV	56
ANALISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCION	56
4.1 Estado de arte.....	56
4.1.1 Soporte para reparación de motores de vehículo pesado WW-HV-2500.....	57
4.1.2 Soporte de motor para reparación ZES-100.....	57
4.1.3 Soporte de motor ajustable	58
4.2 Identificación de requerimientos	59
4.2.1 Lista de exigencias.....	59
4.2.2 Estructura de funciones.....	60

4.2.2.1	Caja negra o Black – box.....	61
4.2.2.2	Secuencia de operación	62
4.2.2.3	Fijar procesos técnicos	62
4.2.2.4	Estructura de funciones	64
4.3	Principios de solución	65
4.3.1	Concepto de solución o matriz morfológica.....	65
4.3.2	Determinación del proyecto preliminar	66
4.3.2.1	Concepción de solución 01	66
4.3.2.2	Concepción de solución 02.....	67
4.3.2.3	Concepción de solución 03.....	68
4.3.2.4	Determinar el concepto solución Optimo	69
4.3.2.5	Análisis Técnico de los conceptos de solución	69
4.3.2.6	Análisis económico de los conceptos de solución	70
4.4	Diseño.....	71
4.4.1	Selección de materiales para las vigas	71
4.4.2	Selección de material para la columna del soporte.	77
4.4.3	Selección de materiales para los componentes del soporte motor .	81
CAPITULO V		88
SIMULACIÓN.....		88
5.1	Simulación con software CAD.....	88
5.1.1	Simulación de la columna del soporte motor.....	88
5.1.2	Simulación de la viga del soporte motor.....	91

5.1.3 Simulación de la garra del soporte motor	94
5.1.4 Simulación del soporte motor	95
CONCLUSIONES.....	98
RECOMENDACIONES	99
BIBLIOGRAFÍA	100
ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones, espesor y peso teórico de acero ASTM A500.....	32
Tabla 2. Diámetro, espesor y peso de sección circular del acero ASTM A500.	32
Tabla 3. Dimensiones del acero ASTM A36 tipo ángulo.	33
Tabla 4. Designaciones y pesos nominales del acero ASTM A500	34
Tabla 5. Dimensiones nominales de placas de acero ASTM A1011.	35
Tabla 6. Propiedades de resistencia mínima de algunos electrodos.....	37
Tabla 7. Esfuerzo permisible según el código AISC para el metal de aporte. ...	37
Tabla 8. Clases métricas de propiedad mecánica de pernos, tornillos y birlos de acero	43
Tabla 9. Modelo de lista de exigencias.	52
Tabla 10. Black-box (caja negra).....	52
Tabla 11. Matriz morfológica	53
Tabla 12. Lista de exigencias	59
Tabla 13. Caja negra.....	61
Tabla 14. Caja blanca	64
Tabla 15. Matriz morfológica	65
Tabla 16. Concepto de solución	69
Tabla 17. Análisis técnico de los conceptos de solución.	69
Tabla 18. Análisis económico de los conceptos de solución.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Motor sobre la mesa de trabajo sin ninguna herramienta de sujeción.	20
Figura 2. Motor sujetado con la mano para mantener estabilidad del mismo. .	21
Figura 3. Soporte motor con accionamiento hidráulico.	29
Figura 4. Soporte motor con accionamiento eléctrico.	29
Figura 5. Soporte motor con accionamiento mecánico.	30
Figura 6. Ruedas de diferentes diseños para diferentes cargas.	35
Figura 7. Clasificación de los Electrodos.....	36
Figura 8. Presentación simbólica de soldadura estándar AWS.....	38
Figura 9. Simbología de soldadura por arco y autógena.....	39
Figura 10. Columna con una carga excéntrica.....	41
Figura 11. Columnas sometidas a una carga, a) extremos pivoteados o articulados; b) extremos empotrados; c) Un extremo libre, un extremo empotrado; d) Un extremo redondo y articulado, y un extremo empotrado.	42
Figura 12. Motor de combustión interna 1KD.....	46
Figura 13. Motor de combustión interna YD25.....	46
Figura 14. Medida del largo, ancho y alto del motor 1FZ.	47
Figura 15. Medida del largo, ancho y alto del motor 3L.....	47
Figura 16. Medida del largo, ancho y alto del motor 4D56.	47
Figura 17. Medida del diámetro de la polea del cigüeñal del motor 1FZ.	48
Figura 18. Medida del diámetro de la polea de cigüeñal del motor 4D56.....	48
Figura 19. Soporte para reparación de motores de vehículo pesado WW-HV-2500.	57
Figura 20. Soporte de motor para reparación ZES-100	58

Figura 21. Soporte de motor ajustable para desmontaje de motores de combustión.....	58
Figura 22. Concepto de solución 01.....	66
Figura 23. Concepto de solución 02.....	67
Figura 24. Concepto de solución 03.....	68
Figura 25. Diagrama de dispersión de solución técnico – solución económica	70
Figura 26. Viga delantera del soporte motor apoyado en las ruedas.	72
Figura 27. Fuerzas que actúan en la viga del soporte.....	72
Figura 28. Grafico del cálculo de las reacciones en los puntos A, B y el momento máximo.....	73
Figura 29. Viga menor del soporte motor apoyado en ruedas.....	75
Figura 30. Fuerzas que actúan en la viga corta.	76
Figura 31. Columna principal del soporte motor.....	77
Figura 32. Columna principal del soporte motor sujetando un motor de 500 kg.	78
Figura 33. Ubicación del brazo móvil en el soporte motor.....	80
Figura 34. Soporte secundario al lado derecho soportando una carda de 250 kg.	80
Figura 35. Ubicación el apoyo del pin en el brazo de apoyo móvil.....	81
Figura 36. Fuerza ejercida por el peso del motor y componentes de soporte en el pin de apoyo.....	82
Figura 37. Soporte de motor en funcionamiento.	83
Figura 38. Sujesor primario con cuatro pernos.....	84
Figura 39. Esfuerzo en la Columna Principal del soporte motor.....	85
Figura 40. Punto de soldadura en Sujesor de polea	86

Figura 41. Análisis estático tensión nodal (tensión de Von Mises).....	89
Figura 42. Desplazamiento estático de la columna del soporte motor.	90
Figura 43. Distribución de factor de Seguridad de la columna del soporte motor	91
Figura 44. Análisis estático Von Mises de la viga soporte motor.....	92
Figura 45. Desplazamiento estático de la viga del soporte motor.	93
Figura 46. Distribución de factor de Seguridad de la viga del soporte motor. ...	93
Figura 47. Análisis estático Von Mises de la garra del soporte motor.	94
Figura 48. Distribución del Factor de Seguridad de la garra del soporte motor.	95
Figura 49. Análisis estático Von Mises de la estructura soporte motor.	96
Figura 50. Desplazamiento estático del soporte al soportar una carga.	96
Figura 51. Distribución de factor de seguridad de la estructura del soporte motor.	97

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar un soporte con un brazo de apoyo móvil para motores de combustión interna con peso máximo de motor de 500 Kg de vehículos tipo pickup, para ello se utilizó la metodología Alemana VDI 2221, tipo de investigación tecnológico, alcance de investigación aplicada, esta investigación se realizó como respuesta para la necesidad de encontrar una solución óptima para el sector automotriz ya que los soportes existentes no cumplen con los estándares de satisfacción de los clientes, estos soportes llegan a fracturarse generando desconfianza al momento de su manipulación, no son adaptables a todo tipo de motores ya que existen modelos y tamaños diferentes de motores de combustión interna. En conclusión, el diseño propuesto cumple con características para soportar motores de 500kg de camionetas tipo pickup, con un factor de seguridad de la estructura de 2, usando los aceros ASTM y ofreciendo la fácil manipulación y el acople a estos tipos de motores.

Palabras clave: soporte motor, brazo de apoyo móvil.

ABSTRACT

The present research work aims to design a support with a mobile support arm for internal combustion engines with a maximum engine weight of 500 Kg for pickup type vehicles, for this the German methodology VDI 2221 was used, type of technological research, scope of applied research, this research was carried out as a response to the need to find an optimal solution for the automotive sector since existing supports do not meet customer satisfaction standards, these supports become fractured, generating distrust at the time of their handling, they are not adaptable to all types of engines since there are different models and sizes of internal combustion engines. In conclusion, the proposed design meets the characteristics to support 500kg pickup truck engines, with a structure safety factor of 2, using ASTM steels and offering easy handling and coupling to these types of engines.

Key words: motor support, mobile support arm.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad dentro del sector automotriz, existen dificultades al manipular motores de combustión interna de las camionetas tipo pickup, para esto existe el soporte motor, pero no es habitual que lo usen los trabajadores por el temor a que este se fracture al momento de manipular generando desconfianza en los operarios, también existen soporte con dos columnas y dos garras de sujeción, pero no son regulables ya que los motores no son del mismo tamaño y de la misma característica en sus componentes.

En el primer capítulo se describe el planteamiento del estudio, donde se describe la situación problemática que hoy en día se viene dando en el sector automotriz. Planteando así la formulación del problema, objetivos que se busca y la justificación.

En el segundo capítulo se describe el marco teórico, presentando las investigaciones que se convierten en guía para el desarrollo de la presente investigación, bases teóricas para el diseño del soporte motor y términos básicos.

En el tercer capítulo se describe la metodología usada en la presente investigación, conformada por el tipo de investigación tecnológica y alcance de investigación aplicada, se empleó la metodología aplicada para el desarrollo de solución, las fases de la metodología VDI 2221, donde se detalla la lista de exigencias, la caja negra, la matriz morfológica de la función, la estructura modular, diseños preliminares y definitivo.

En el cuarto capítulo se describe el análisis y diseño de la solución, donde se detalla el estado de arte, lista de requerimientos, se determina el concepto de

solución óptimo con el análisis técnico y económico, finalmente el diseño con las características óptimas para cada estructura del soporte motor.

Finalmente, el trabajo de investigación finaliza con las conclusiones, bibliografías y anexos donde se detalla los planos de diseño del soporte motor.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema.

La mayor parte de motores de combustión interna de las camionetas, durante las actividades laborales hay muchas dificultades al instante de realizar el desmontaje y montaje de los motores de combustión, debido a que la empresa no tiene equipos, herramientas para sujetar al motor durante el desarmado y armado, como se observa en la figura 1. La actividad habitualmente se realiza de una forma empírica sobre la mesa de trabajo sosteniendo con la mano como se muestra en la figura 2, por tanto, este trabajo se deduce en una mala operación que puede ocasionar accidentes y daños materiales. (1)

Dentro del mercado se encuentra soportes para motores de combustión, pero tienden a flexionarse en las columnas del soporte creando incertidumbre de desconfianza en los operarios, también existen soporte con dos columnas y dos garras de sujeción, pero no son regulables ya que los motores no son del mismo tamaño y de la misma característica en sus componentes. (2)

Durante el trabajo de desmontaje y armado del motor con un soporte motor para vehículos livianos existente en el mercado, genera desgaste de energía física del operario al momento de querer posicionar el motor en una posición deseada para trabajar. (3)

Estas operaciones detalladas con o sin el soporte serian inadecuados, sin seguridad, y así se estaría formando un ambiente de insatisfacción para el trabajador. Es por estos motivos se opta la idea de diseñar un soporte de motor con un brazo de apoyo móvil, este brazo móvil puede moverse para poder posicionarlo a cualquier posición deseada, para que pueda ocupar un espacio reducido al momento de guardar la herramienta y contribuiría al mejoramiento del servicio prestado por la empresa (4).



Figura 1. Motor sobre la mesa de trabajo sin ninguna herramienta de sujeción.



Figura 2. Motor sujetado con la mano para mantener estabilidad del mismo.

1.1.2 Formulación del problema.

1.1.2.1 Problema General

- ¿Cómo diseñar un soporte con brazo de apoyo móvil para motores de combustión interna con un peso máximo de 500 Kg para vehículos tipo pickup?

1.1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cómo diseñar la estructura del brazo de apoyo móvil para que se mueva independientemente de la estructura del soporte motor?
- ¿Cómo diseñar el acople del brazo móvil para que sujete al motor de combustión?

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo General.

- Diseñar un soporte con un brazo de apoyo móvil para motores de combustión interna con peso máximo de motor de 500 Kg de vehículos tipo pickup.

1.2.2 Objetivos Específicos.

- Diseñar la estructura del brazo de apoyo móvil para que se mueva independientemente de la estructura del soporte motor.
- Diseñar el acople del brazo móvil para que sujete al motor de combustión interna.

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación Teórica

Se realiza este estudio con la finalidad de contribuir al sector de la industria automotriz más importante, dentro de ello se vio que en el taller de trabajo las actividades realizadas son de manera empírica como se muestran en las figuras 1 y 2, también se vio que hay soporte motor en el mercado, pero tienen un defecto el cual sería la flexión de la columna al instalar el motor, y los soportes de dos columnas no se acoplan a los motores debido a que estos tienen diferentes tamaños y características. (3)

Entonces este diseño, comienza después de evaluar y analizar las actividades que se realizaban durante el desmontaje y armado de motor en la mecánica automotriz Alex, y como aportaría durante la reparación de motores dentro de la empresa.

1.3.2 Justificación práctica

Este estudio se realiza porque no existe un diseño de soporte con un brazo de apoyo móvil para motores de combustión interna de vehículos tipo pickup con una capacidad para soportar un peso de motor de 500 kg como máximo, con este diseño se propone un nuevo

soporte de motor confiable para el desarrollo del trabajo, utilizando el cálculo adecuado para diseñar este soporte para motores de combustión interna.

En el presente, las empresas siguen efectuando el desmontaje y montaje de los motores con los peligros existentes no solo para el técnico mecánico también para el motor; existe el riesgo de que perjudicaría al trabajador y dañarían algunos componentes del motor si este cayera o se tumbara al piso. (5)

1.3.3 Justificación Metodológica

Actualmente para el montaje y desmontaje de motores en las empresas automotrices de Huancayo, se realizan sujetando al motor con la mano y apoyos de madera como se puede observar en la figura 1 y 2 este método de trabajo es empírica e inadecuada, con este diseño estaríamos tomando un nuevo método de trabajo el cual sería lo adecuado para desmontar y ensamblar el motor dentro de un taller mecánico, mejorando así la seguridad del trabajador y del motor. para lograr los objetivos de estudio, se propone el diseño de investigación propuesto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Problema

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Miguel Ángel León Marroquín, David Esteban Quintero Núñez en su trabajo de grado “Diseño de un banco de pruebas para un motor de combustión interna no mayor a 120 hp”; 2015; Bogotá D.C. refiere que existe carencia de herramientas experimentales que permitan estudiar los principios de operación del motor de combustión interna, para ello se opta diseñar este banco de pruebas con la metodología de diseño conceptual, con bases en el desarrollo del diseño conceptual para establecer la directriz del proyecto durante su ejecución, como resultado se logró un diseño de banco, el cual

cumplió con los aspectos de operaciones propuestos por la casa de calidad (QFD), y que el método conceptual es el adecuado para la elaboración de un trabado de diseño. (6)

Burbano Pozo Nelson David en su proyecto de titulación “Diseño y Construcción de un Soporte Universal Automatizado para la Reparación de Motores para la Empresa Tracto Diésel”; 2014; Universidad de las fuerzas armadas de Ecuador, se detectó un estado problemático en las reparaciones de los motores diésel, a través de un proceso de la Casa de Calidad ayudo a identificar la necesidad que existía de contar con un soporte de trabajo apropiado y era primordial para la empresa, por lo que se decidió realizar el proyecto planteado de un soporte motor, con metodologías de diseño de estructuras a fin de obtener resultados requeridos para soportar el peso de motor. Para la fabricación de la estructura del proyecto se detalla que las características del acero estructural ASTM A36 refiere que son de un buen material con las características adecuadas para que pueda soportar el peso del motor. (7)

Reyes Oyos Jorge Adrian, en su tesis “Diseño e implementación de un laboratorio de motores de combustión interna para el aprendizaje didáctico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión la maná, año 2015” Ecuador; en su tesis explica que en el medio actual de la educación está dirigido por la calidad, el cual debe obedecer especificaciones de perfección, mediante el tipo de investigación exploratorio, de ahí el objetivo de diseño e implementación de un

laboratorio de motores de combustión interna, para el desempeño adecuado de los estudiantes. (8)

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Crispín Barzola, Pedro Heferson, en su tesis “Diseño de un sistema de desplazamiento vertical y posicionamiento de trabajo de un soporte sujetador para motores de combustión interna de capacidad máxima de 1300 Kg”; 2018; Universidad Continental del Perú, refiere que la cantidad de reparaciones de motores entre los años 2013 al 2015 las cifras son de 15 666 reparaciones de vehículos motorizados, según la MPH, el cual exige la ejecución de entrega del trabajo en un tiempo reducido. Por ello, el objetivo de la tesis es diseñar el soporte motor, para perfeccionar los tiempos de trabajo en reparaciones y bajar los niveles de riesgos de accidentes, apoyándose a la metodología VDI 2221. El procedimiento que se realizó, es el método generalizado, ya que este método se podría superponer con bastante facilidad en nuestro ámbito, en conclusión, el tiempo entre el trabajo inadecuado y adecuado disminuye en un 50% en tiempo promedio, también reduce drásticamente los accidentes y esfuerzos durante la reparación del motor. (5)

Vargas Cárdenas Roland Carlos, en su tesis “Diseño y Fabricación de Soporte Motor de Motocicletas para Disminuir los Tiempos de Desarmado y Armado de Motores en la Empresa Tecnimotos & Rectificaciones Alonso”; 2019; Universidad Cesar Vallejo del Perú, menciona que la empresa requiere un soporte que ayude a mejorar uno de sus procesos para mejorar la concurrencia y los tiempos de

entrega en un mercado altamente competitivo. Explica que para el desensamble del motor se requiere de un Técnico especialista en motores y un ayudante para evitar los movimientos de dicho motor en el momento del desarmado, ocasionando el incremento de tiempo en un promedio de 2 horas. Lo que se traduce en una baja rentabilidad económica para la empresa debido a que se utiliza un exceso de mano de obra y no se cumple con los tiempos establecidos (F.R.T. “Fiat rate servir time”) por Honda. Por el cual se opta diseñar y fabricar un soporte de motor de motocicletas para disminuir el tiempo de desarmado y armado de motores en la empresa Tecnimotors & Rectificaciones "Alonso"; con el propósito de optimizar el servicio y la productividad para ser más competitivos en mercados exigentes, basándose a la metodología de diseño aplicando el software Solidworks Simulation y el libro de diseño en ingeniería mecánica de Shigley -Budynas, como resultado de pruebas de tiempos aplicado al montaje y desmontaje de motores, se evidencia con el soporte motor que se estaría ganando entre 00:15:10 a 00:26:15 minutos durante el desmontaje con soporte y 00:40:00 a 00:50:20 minutos al realizar el montaje. (9)

Samamé Paredes Wilmer Alberto, en su trabajo de tesis “ Diseño de un sistema de manipulación para realizar mantenimiento de motores de maquinaria pesada hasta de 1 tonelada”; 2018; Universidad Cesar Vallejo del Perú , se refiere a que en el taller mecánico repara y hace mantenimiento de motores de un vehículo pesado, por lo que optan ubicar en la mesa de trabajo o manipular con tecles, el cual es un

trabajo que acarrearán riesgos para el trabajador y el motor, convirtiéndose como inadecuado en la gestión del mantenimiento y reparación del motor, por ello que se opta el diseño de manipulación para el mantenimiento de motores, este trabajo de tesis desarrolla la metodología para el florecimiento de los resultados de la investigación que aborda conclusiones descriptiva aplicada, por medio del análisis documental, aprovechamiento de Software y Excel, también se realizó el cálculo estático considerando el esfuerzo de Von Mises, y el análisis con el software Solidworks, como resultado se evalúa la selección de materiales, para el eje un acero SAE1045, para la columna un acero A36 por ser el adecuado para soportar las cargas calculadas que soportara el soporte. (10)

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Principio de soporte motor

2.2.1.1 Accionamiento hidráulico

Este tipo de soporte cuenta con un sistema hidráulica para hacer girar en las diferentes posiciones al motor y tiene un circuito eléctrico para controlar la posición del motor como se observa en la figura 3. (5)

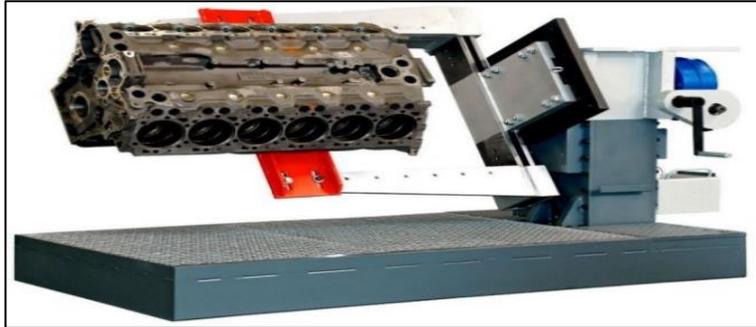


Figura 3. Soporte motor con accionamiento hidráulico.

Tomado de sitio web <http://www.directindustry.es/prod/werner-weitner-gmbh/product-58778-1109067.html>

2.2.1.2 Accionamiento por motor eléctrico

Este tipo de soporte es accionado por un motor eléctrico acoplado mediante engranaje a una corona dentada para lograr el giro radial del motor como se muestra en la figura 4.

(5)



Figura 4. Soporte motor con accionamiento eléctrico.

Tomado de sitio web <https://ravaglioli.com/es/products/other-products/rotating-engine-stand/>.

2.2.1.3 Accionamiento mecánico

El soporte motor de la figura 5 es accionado mediante una palanca al extremo posterior de la garra de sujeción del motor para girar al motor a diferentes posiciones deseadas para el trabajo.



Figura 5. Soporte motor con accionamiento mecánico.

Tomado de sitio web <https://www.amazon.es/Spark-Caballote-Soporte-Mec%C3%A1nico-sp53001/dp/B07HBZ88KY>.

2.2.2 Diseño de Estructuras

El diseño estructural es la geometría de una estructura, que tiene una dimensión y resistencia que pueden soportar diferentes exigencias de carga. Es también un proceso inventivo que propone la seguridad, comodidad y desarrollo ante un problema existente en el medio, que en condiciones estables de servicio opta un desempeño adecuado.

La principal función de un diseño estructural es originar firmeza en una estructura por medio de un buen uso de los materiales y sus características.

2.2.3 El acero como material estructural

Las características elásticas, inelásticas, fatiga y de fractura de un metal son necesarias para la construcción de una parte estructural, y es requerido para un cierto diseño estructural.

La Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM), establece los valores mínimos especificados para el punto de fluencia y la resistencia última de la tracción que es un esfuerzo nominal basado

en el área original, índice de ductilidad y parámetros químicos de los aceros. (11)

Las estructuras soportan las cargas exteriores, cargas de acción y cargas de reacciones, estas cargas distribuyen su impacto por los distintos componentes organizados que son forzados a distintos esfuerzos, estos esfuerzos en el material generan un estado de tensión, que es acogido por el elemento que la conforma. Las estructuras son de distintos tipos, como componentes rectos como pilares y vigas, barras estructurales, estructuras reticuladas, estructuras articuladas, estructuras continuas tridimensionales y estructuras laminares.

Las estructuras no se crean solamente para que aguanten, sean firmes, mantengan sus formas, aguanten la agresividad del entorno, optar un aspecto estético, también se edifican para que obedezcan definidas funciones y finalidades como soporte, aislamiento, contención, transmisión de esfuerzos. cuya consecución dentro del tiempo es lo que condiciona, por lo general su característica y tipología a su comportamiento; el conocimiento y entendimiento de estas funciones es necesario en las fases de diseño y resolución de una estructura. Cogiendo en consideración de estos factores, así como de los posibles condiciones o limitantes (conducta del material apto, técnica constructiva, costo) ha de empezar el proceso de plantear el problema que trata de solventar el Ingeniero. (12)

2.2.3.1 Peso teórico del acero ASTM sección cuadrada y circular

Las tablas 1 muestra algunos pesos teóricos de acero con sección cuadrada y la tabla 2 muestra algunos pesos teóricos de sección circular, los cuales son de importancia en esta investigación para los cálculos en la estructura del diseño.

(13)

Tabla 1. Dimensiones, espesor y peso teórico de acero ASTM A500.

Dimensiones		Espesor	Peso Teórico
mm	pulg	mm	Kg/m
20 x 20	3/4" x 3/4"	1,5	0,857
		2	1,040
25 x 25	1" x 1"	1,5	1,061
		2	1,460
30 x 30	1 1/4" x 1 1/4"	1,5	1,300
		2	1,700
40 x 40	1 1/2" x 1 1/2"	1,5	1,770
		2	2,244
		3	3,320
50 x 50	2" x 2"	1,5	2,250
		2	3,122
		2,5	3,872
		3	4,316

Tomado del catálogo de aceros Arequipa.

Tabla 2. Diámetro, espesor y peso de sección circular del acero ASTM A500.

DIÁMETRO				ESPESOR	PESO P		ÁREA cm ²
NOMINAL PULG.	EXT. d (pulg)	EXT. d (cm)	INTERIOR d INT (cm)	PARED E (mm)	NEGRO (kg/m)	GALV. (kg/m)	
1/2	0,84	2,13	1,83	1,50	0,73	0,75	0,93
3/4	1,05	2,67	2,27	2,00	1,22	1,27	1,55
1	1,30	3,29	2,79	2,50	1,88	1,95	2,39
	1,30	3,29	2,69	3,00	2,21	2,3	2,82
1 1/4	1,66	4,22	3,72	2,50	2,45	2,55	3,12
	1,66	4,22	3,62	3,00	2,90	2,96	3,70
1 1/2	1,90	4,83	4,53	1,50	1,73	1,86	2,20
	1,90	4,83	4,43	2,00	2,28	2,45	2,91
	1,90	4,83	4,33	2,50	2,82	2,91	3,60
	1,90	4,83	4,23	3,00	3,35	3,42	4,27
2	2,36	5,99	5,59	2,00	2,86	3,07	3,64
	2,36	5,99	5,49	2,50	3,54	3,69	4,51
	2,36	5,99	5,39	3,00	4,21	4,3	5,36
	2,36	5,99	5,19	4,00	5,52	5,66	7,02

Tomado del catálogo de aceros Arequipa.

2.2.3.2 Angulo estructural ASTM A36 acero

Las características de este acero como la resistencia a la tracción son de 4590kg/cm², limite elástico 3520 kg/cm². Recomendado en uso para fabricación de estructuras, puertas, ventanas y otros, en la tabla 3 se muestra las dimensiones de producción. (13)

Tabla 3. Dimensiones del acero ASTM A36 tipo ángulo.

DIMENSIONES		
Sistema Inglés (pulgadas)		
1 1/2 x 1 1/2 x 3/32	2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	4 x 4 x 1/4
1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2 1/2 x 2 1/2 x 1/4	4 x 4 x 5/16
1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	2 1/2 x 2 1/2 x 3/8	4 x 4 x 3/8
1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	3 x 3 x 1/4	4 x 4 x 1/2
2 x 2 x 1/8	3 x 3 x 5/16	
2 x 2 x 3/16	3 x 3 x 3/8	
2 x 2 x 1/4	3 x 3 x 1/2	
2 x 2 x 3/8		

Tomado del catálogo de productos y servicios calidad innovación y seguridad de aceros Arequipa.

2.2.3.3 Platinas ASTM A36

Acero recomendado para estructuras de construcción de puertas, barandas, ventanas, cercos, barandas, otros. Sus características de este acero como el límite de fluencia mínimo es 2530 kg/cm², resistencia a la tracción es 4080 – 5620 kg/cm². La dimensión del acero que nos servirá para esta investigación es el 3/8" x 1" para la fabricación de los sujetores.

2.2.3.4 Acero ASTM A500

Este acero tiene las características como el límite de tracción de 310 MPa en el grupo A y 400 MPa en el grupo B, límite de

fluencia de 270MPa en el grupo A y 315 MPa en el grupo B, peso 4.316 kg/m, se usa en estructuras pesadas como postes, carrocerías, entre otros. En la tabla 4 podemos ver las designaciones de este tipo de acero. (13)

Tabla 4. Designaciones y pesos nominales del acero ASTM A500

DESIGNACIONES Y PESOS NOMINALES en Kg/m										
Designación Nominal pulgadas	Dimensión exterior	Espesores (mm)								
		1.5	1.8	2	2.5	3	4	4.5	6	
REDONDO DIAM. NOMINAL	1/2	21.3		0.866	0.952	1.159				
	3/4	26.7		1.105	1.218	1.492				
	1	33.4		1.403	1.549	1.905	2.249			
	1 1/4	42.2		1.793	1.983	2.448	2.900			
	1 1/2	48.3		2.064	2.284	2.824	3.351			
	2	60.3		2.597	2.876	3.564	4.239			
	2 1/2	73.0			3.502	4.347	5.179			
	3	88.9			4.285	5.327	6.355			
	4	114.3			5.539	6.892	8.234			
CUADRADO L.E.	-	25x25	1.061		1.460					
	-	30x30	1.300		1.700					
	-	40x40	1.770		2.244		3.320			
	-	50x50	2.250		3.122	3.872	4.316			
	2	50.8			3.122	3.872	4.316			
	-	75x75			4.500	5.560	6.810			
	4	101.6					9.174	12.133	13.594	
	-	100x100			6.165	7.675	9.174	12.133	13.594	16.980
RECTANGULAR L.E.	-	20x40	1.354		1.700					
	-	25x50	1.650		2.261					
	-	40x60	2.260		3.033	3.600	4.250			
	-	40x80	2.710		3.660	4.390	5.190			
	-	50x75					5.423			
	-	50x100			4.500	5.560	6.600	8.590		
	-	50x150			6.165	7.676	9.174	11.730		

Nota: L.E. - Longitud externa. Tomado del catálogo de productos y servicios calidad innovación y seguridad de aceros Arequipa.

2.2.3.5 Plancha LAC de acero ASTM A36

Esta plancha laminada en caliente se usa sobre estructuras como puertas, carrocerías y construcción general. La característica de este acero es, límite de fluencia mínima de 2550 kg/cm², resistencia a la tracción de 4080- 5610 kg/cm². La tabla 5 muestra las dimensiones de las planchas de acero mayores a 4.75 mm de espesor del tipo B. (13 pág. 6)

Tabla 5. Dimensiones nominales de placas de acero ASTM A1011.

DIMENSIONES NOMINALES (1)				
PGLAC A1011 Tipo B (mm)		PGLAC A36 (mm)		PGLAC A36 (mm)
5.9 x 1,200 x 2,400	9.0 x 1,500 x 6,000	6.0 x 1,200 x 2,400	32.0 x 1,500 x 6,000	16.0 x 2,400 x 6,000
8.0 x 1,200 x 2,400	9.0 x 2,400 x 6,000	6.0 x 1,200 x 6,000	32.0 x 2,400 x 6,000	16.0 x 3,000 x 6,000
6.0 x 2,400 x 6,000	9.0 x 3,000 x 6,000	19.0 x 1,200 x 2,400	32.0 x 3,000 x 6,000	
8.0 x 1,200 x 2,400	12.0 x 1,200 x 2,400	19.0 x 1,500 x 6,000	38.0 x 1,500 x 6,000	
8.0 x 1,200 x 6,000	12.0 x 1,500 x 6,000	19.0 x 2,400 x 6,000	38.0 x 2,400 x 6,000	
8.0 x 1,500 x 6,000	12.0 x 2,400 x 6,000	19.0 x 3,000 x 6,000	38.0 x 3,000 x 6,000	
8.0 x 2,400 x 6,000	12.0 x 3,000 x 6,000	25.0 x 1,200 x 2,400	50.0 x 1,500 x 6,000	
8.0 x 3,000 x 6,000	16.0 x 1,200 x 2,400	25.0 x 1,500 x 6,000	50.0 x 2,400 x 6,000	
9.0 x 1,200 x 2,400	16.0 x 1,500 x 6,000	25.0 x 2,400 x 6,000	50.0 x 3,000 x 6,000	
9.0 x 1,200 x 6,000		25.0 x 3,000 x 6,000		

Tomado del catálogo de aceros Arequipa.

2.2.4 Ruedas para cargas

Estas ruedas sirven para soportar un determinado espeso, cada tipo de ruedas está especificado para una cierta capacidad de carga que el fabricante proporciona de acuerdo a los materiales de lo que están fabricadas. La figura muestra una de las variedades de ruedas para carga desde 29 kg a 11 000 kg de capacidad, los cuales podemos usar para una carga deseada de una estructura ya sea un soporte una mesa un andamio, y otros. (14 págs. 46-47)

Existen ruedas con diferentes características como ruedas fijas, ruedas rotantes, ruedas con bloqueo y sin bloqueo, estas características le dan un sinfín de usos deseados por el cliente.



Figura 6. Ruedas de diferentes diseños para diferentes cargas.

2.2.5 Electrodo para la unión de materiales

Los electrodos son materiales que permiten la unión de dos piezas a soldar mediante un arco eléctrico, estos electrodos se diferencian por un código que es Exxxx, que podemos leer como se muestra en la figura 7.

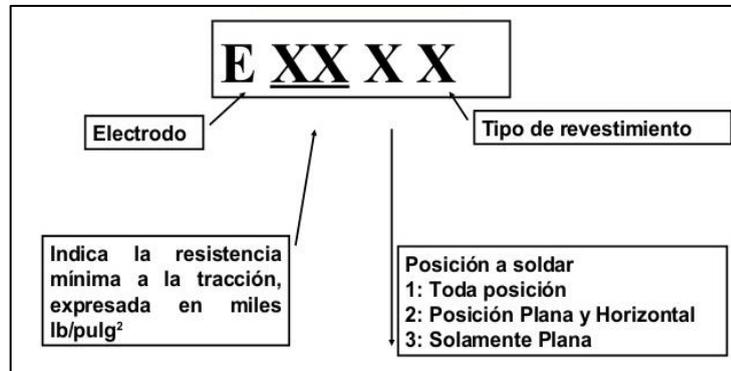


Figura 7. Clasificación de los Electrodo.

Tomado de sitio web <https://es.slideshare.net/Sodimac-Constructor/tcnicas-de-soldadura-en-arco-manual-y-ventanas-de-soldaduras-inversoras>.

2.2.6 Uniones de soldadura por arco eléctrico

La soldadura es un método para unir dos materiales metálicos mediante un arco eléctrico que funde el material de unión haciendo que este una a los elementos. Este proceso ayuda a reducir costos por uniones individuales que por lo general son pernos de sujeción, con la unión de soldadura se está disminuyendo el peso de la estructura por la disminución de elementos de sujeción. (5)

2.2.6.1 Resistencia de uniones soldadas

La siguiente tabla 6 presenta las propiedades resistivas mínimos de diferentes variedades de electrodos. En las publicaciones de la AWS (American Welding Society) y de

AISC (American Institute of Steel Construction) y en la AA (Aluminium Association). En la tabla 7 se muestran el esfuerzo permisible según el código AISC para el metal de aporte. (15 pág. 15)

Tabla 6. *Propiedades de resistencia mínima de algunos electrodos*

NÚMERO DE ELECTRODO	RESISTENCIA ÚLTIMA kpsi (Mpa)	RESISTENCIA DE FLUENCIA kpsi (Mpa)	ELONGACIÓN %
E60xx	62(427)	50(345)	17-25
E70xx	70(482)	57(393)	22
E80xx	80(551)	67(462)	19
E90xx	90(620)	77(531)	14-17
E100xx	100(689)	87(600)	13-16
E120xx	120(827)	107(737)	14

Tomado del libro cálculo de uniones soldadas sexta edición- 2013 Prof. Pablo Ringegni.

Tabla 7. *Esfuerzo permisible según el código AISC para el metal de aporte.*

Tipo de carga	Tipo de soldadura	Esfuerzo permisible	n*
Tensión	A tope	$0.60S_y$	1.67
Aplastamiento	A tope	$0.90S_y$	1.11
Flexión	A tope	$0.60-0.66S_y$	1.52-1.67
Compresión simple	A tope	$0.60S_y$	1.67
Cortante	A tope o de filete	$0.30S_{ut}^{\dagger}$	

Nota. n*-Factor de seguridad.

Tomado del libro de Shigley.

2.2.6.2 Resistencia soldada en una sección cuadrada

Para el cálculo de la resistencia soldada para los perfiles cuadrados que están sujetas a flexión se propone usar la fórmula de segundo momento del área, con base en el área de la garganta de la soldadura. (16 pág. 465)

I_u = Segundo momento unitario

I = Segundo momento área

h = Espesor de soldadura

b, d = Distancia de soldadura

Segundo momento unitario del área.

$$I_u = \frac{d^2}{6} (3b + d) \quad (2.1)$$

El segundo momento del área I , con base en el área de la garganta de la soldadura.

$$I = 0.707hI_u \quad (2.2)$$

2.2.6.3 Simbología de soldadura

La simbología en la construcción de planos es muy importante ya que permite realizar los tipos de soldadura que se necesitarán hacer en las uniones de la estructura a soldar, estas especificaciones deben ser precisas para que se pueda leer el plano y no tener una falla en la estructura tal como podemos observar en la figura 8, algunos símbolos se pueden realizar tal como se muestra en la figura 9. (5)

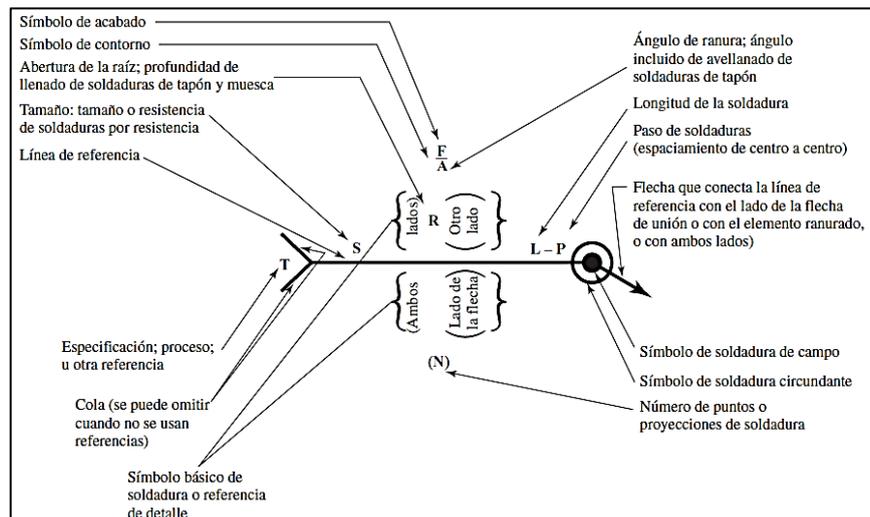


Figura 8. Presentación simbólica de soldadura estándar AWS.

Tomado del libro Richard G. Budynas, 2012.

Tipo de soldadura							
Cordón	Filete	Tapón o muesca	Ranura				
			Cuadrada	V	Bisel	U	J
							

Figura 9. Simbología de soldadura por arco y autógena.

Tomado del libro Richard G. Budynas, 2012.

2.2.7 Esfuerzo estático

Es el fenómeno que se da cuando, sobre un objeto actúan cargas estáticas estacionarias ya sea una fuerza o un momento, estos esfuerzos no deben variar su punto de equilibrio, magnitudes y direcciones en el tiempo.

Sumatoria de fuerzas y sumatoria de momentos.

$$\sum F = 0 \quad (2.3)$$

$$\sum M = 0 \quad (2.4)$$

Distribución de esfuerzos uniformes.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.5)$$

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (2.6)$$

σ = Esfuerzo aplastamiento

M= Momento

τ = Esfuerzo cortante

C= Centroide

F= Fuerza

I=Momento de inercia

A= Área

2.2.8 Análisis de carga y esfuerzo

Este análisis nos permite calcular las fuerzas cortantes y momentos de flexión de un elemento estructural, como las vigas de una

estructura metálica, que permiten estudios de dicho elemento para su selección adecuada. (16)

M_{\max} = Momento máximo

c = Centroide

I = Momento de inercia

Esfuerzo de flexión máximo

$$\sigma_{max} = \frac{M_{\max} \times c}{I} \quad (2.7)$$

Momento de inercia

$$I_x = \frac{b \times h^3}{12} \quad (2.8)$$

2.2.9 Análisis de factor de seguridad

Este análisis nos permite determinar si el material a usar en nuestro diseño es la adecuada, ya que con este análisis determinaremos una correcta selección de materiales que soportarán los esfuerzos provocados por diferentes factores para el que está diseñado el proyecto, este análisis nos indicará si existe o no falla en la estructura durante los cálculos.

FDS = Factor de seguridad

S_y = Limite de fluencia del material que existe en tablas

σ = Esfuerzo calculado

τ_v = Esfuerzo cortante

$$FDS = \frac{S_y}{\sigma} \quad (2.9)$$

$$\tau_v = \frac{0.5 \times S_y}{FDS} \quad (2.10)$$

2.2.10 Columna con carga

2.2.10.1 Cargas excéntricas

Estas cargas se encuentran en un punto distante del centro de la columna, las cargas pueden estar en las aristas o con un anclaje de pernos en una de las caras de la columna ejerciendo esfuerzos de flexión como se observa en la figura 10. (16 pág. 179)

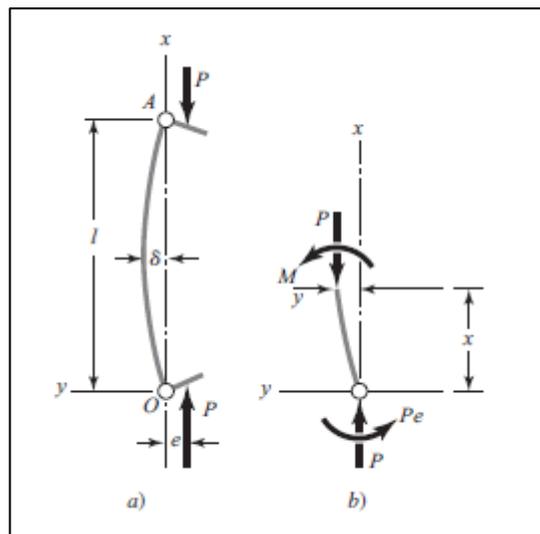


Figura 10. Columna con una carga excéntrica.

Tomada del libro de Shigley.

Para el esfuerzo de compresión Máximo se propone utilizar la siguiente fórmula para columnas con carga excéntrica.

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{Mc}{I} \quad (2.11)$$

2.2.10.2 Carga céntrica

Las cargas ejercidas en la columna son en su centro, ejerciendo una fuerza sobre la base de la columna,

generando distintas deformaciones de la columna como se muestra en la figura 11.

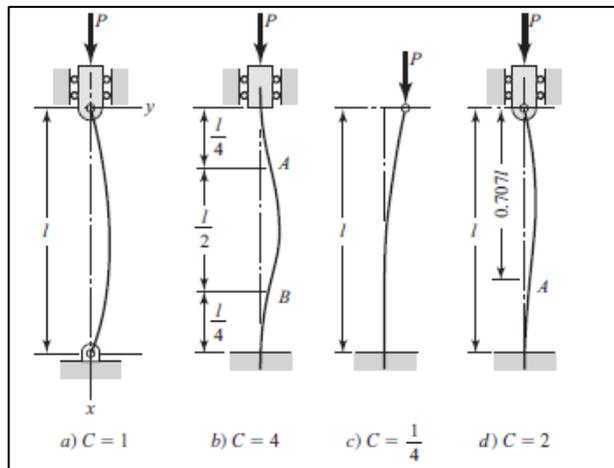


Figura 11. Columnas sometidas a una carga, a) extremos pivoteados o articulados; b) extremos empotrados; c) Un extremo libre, un extremo empotrado; d) Un extremo redondo y articulado, y un extremo empotrado.

Tomado del libro de Shigley

Ecuación de Euler

P_{cr} = Carga admisible.

E = Modulo de elasticidad del material.

I = Momento de inercia

l = Longitud de la columna.

C = Constante de condiciones en extremos.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l^2} \quad (2.12)$$

Para columnas con un extremo libre y uno empotrado como muestra la figura 11, podremos utilizar la siguiente formula la cual se extiende de la fórmula de Euler.

$$P_{cr} = \frac{C\pi^2 EI}{l^2} \quad (2.13)$$

2.2.11 Pernos

Los pernos son los elementos esenciales en una estructura con uniones no soldadas para poder mantener firme una estructura, los perno de clase métrica que se muestra en la tabla como es el caso del perno clase 4.6 con una resistencia mínima a la fluencia de 240 MPa de un acero de bajo o medio carbono. (16 pág. 416)

Tabla 8. *Clases métricas de propiedad mecánica de pernos, tornillos y birlos de acero*

Clase de propiedad	Intervalo de tamaños, inclusive	Resistencia de prueba mínima, [†] MPa	Resistencia mínima a la tensión, [†] MPa	Resistencia mínima a la fluencia, [†] MPa	Material	Marca en la cabeza
4.6	M5-M36	225	400	240	Acero de bajo o medio carbono	
4.8	M1.6-M16	310	420	340	Acero de bajo o medio carbono	
5.8	M5-M24	380	520	420	Acero de bajo o medio carbono	
8.8	M16-M36	600	830	660	Acero de medio carbono, T y R	
9.8	M1.6-M16	650	900	720	Acero de medio carbono, T y R	
10.9	M5-M36	830	1 040	940	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	
12.9	M1.6-M36	970	1 220	1 100	Acero aleado, T y R	

Tomado del libro de Shigley pág. 416.

2.2.12 Software de diseño

Es un Software de diseño para modelado mecánico en las vistas de 2D y 3D, este software tiene muchas aplicaciones para el desarrollo de un diseño mecánico, y permite al usuario verificar parámetros, esfuerzos, deformaciones y otras características que presentaría el elemento diseñado al aplicarle cargas y reacciones. Este software ofrece un innumerable de soluciones para cubrir los aspectos en el proceso de desarrollo del producto.

2.2.12.1 Planos

El software permite desarrollar planos de una manera rápida y eficaz, sin tener que estar utilizando útiles de dibujo que se podrían estropear durante se dibuja el diseño, las características del software son muy avanzadas para poder utilizarlo en diferentes maneras, ya sea para corregir un error o darle medidas y características para la elaboración correcta de un diseño.

2.2.13 Motor

Conjunto de piezas y elementos que conforman un sistema para lograr energía mecánica de energía química o eléctrica que es capaz de generar movimiento. El motor genera movimiento mecánico que es aprovechado para mover algún sistema mecánico, ya sea un vehículo, una compresora, una ventiladora, entre otros.

2.2.14 Motor de combustión interna

Es una máquina de ciclo térmico en el que la quema de aire más comburente es quemada en una sección dentro del motor llamado cámara de combustión. Este genera movimiento lineal de un pistón gracias a la difusión de gases de alta temperatura y alta presión producidos por la explosión. La fuerza es aplicada típicamente a pistones, en caso de motores que usan combustible fósil. Esta fuerza mueve a los distintos elementos dentro del motor, convirtiendo la energía química en energía mecánica útil.

Las traslaciones de trabajo que entrega la potencia de salida deseada se generan directamente entre estos fluidos de trabajo y las partes mecánicas del motor. (1)

Los componentes del motor pueden ser de diferentes materiales, como por ejemplo el bloque ha sido tradicionalmente de hierro fundido gris debido a su buena resistencia al desgaste y a su baja resistencia y costo. Las chaquetas de agua siempre están en el bloque motor, para cuidar el calentamiento excesivo de los cilindros. También existen bloques de motor de aluminio para minimizar el peso del motor. Actualmente el aluminio está siendo utilizado cada vez más en bloques de motores pequeños. (5)

2.2.15 Motores tipo pickup

2.2.15.1 Características de motor.

Estos motores presentan diferentes formas en su diseño, ya que son de diferentes marcas y se pueden apreciar en las figuras 12 y 13. Estos motores tienen diferentes dimensiones y características de sus componentes, y necesitan de un adecuado mantenimiento durante su reparación, los pernos frontales de estos motores son de diámetros de 6 a 8 mm en mayoría, y tiene componentes de material no metálico haciéndolo más vulnerable a sufrir algún daño al ser manipulado durante la reparación, ya que un inadecuado manipulación de herramientas podría causar gastos innecesarios.



Figura 12. Motor de combustión interna 1KD.

Tomado de sitio web <https://autoblog.com.ar/2015/05/11/toyota-presento-los-motores-de-la-nueva-hilux/>



Figura 13. Motor de combustión interna YD25.

Tomado de sitio web <https://www.ebay.es/itm/Motor-de-intercambio-reconstruido-YD25-Common-Rail-Nissan-Navara-ENGINE-MOTEUR-/264082624568>.

2.2.15.2 Dimensiones de motores.

Las dimensiones de estos motores son diferentes en cada tipo de motor, en la figura 14 vemos las medidas tomadas a un motor 1FZ. Tiene las dimensiones de 84 cm de largo, 70 cm de ancho y 74 cm de alto, la figura 15 muestra un motor 3L con dimensiones de 59 cm de largo, 42 cm de

ancho y 60 cm de alto, la figura 16 muestra un motor 4D56 con dimensiones de 60 cm de largo, 50 cm de ancho y 60 cm de alto.



Figura 14. Medida del largo, ancho y alto del motor 1FZ.



Figura 15. Medida del largo, ancho y alto del motor 3L.



Figura 16. Medida del largo, ancho y alto del motor 4D56.

2.2.15.3 Dimensiones de polea del cigüeñal de motores.

Las dimensiones de las poleas de las camionetas tienen diferentes diámetros por ser de diferentes tipos de motor, la figura 17 y 18 muestran las medidas tomadas del diámetro de poleas de los motores 1FZ mostrada en la figura 14 y del motor 4D56 de la figura 16, los cuales miden 18cm y 16 cm respectivamente.



Figura 17. Medida del diámetro de la polea del cigüeñal del motor 1FZ.



Figura 18. Medida del diámetro de la polea de cigüeñal del motor 4D56.

2.3 Definición de términos básicos

- **Soporte motor:** Herramienta estructural con garras para sujetar un motor de combustión interna.
- **AWS:** Sociedad Estadounidense de Soldadura.
- **AISC:** Instituto Americano de Construcción en Acero.
- **AA:** Asociación de Aluminio.
- **Diseño:** Actividad inventiva que tiene como finalidad proyectar objetivos.
- **CAD:** Diseño asistido por computadora
- **VDI:** Asociación alemana de ingenieros.
- **ASTM:** Asociación Americana de ensayo de materiales.
- **Estructura:** Es un conjunto de piezas juntas entre sí, que conforman un solo cuerpo.
- **LAC:** Laminado en caliente.
- **Combustión:** Es la reacción química que se origina cuando el aire y un material inflamable están frente al calor.
- **Motor:** Es un mecanismo que genera movimiento mecánico.
- **Pickup:** Tipo de carrocería de vehículo liviano.
- **Exxxx:** Calificación de electrodos.
- **1FZ.** Modelo de motor de combustión interna de camioneta tipo pickup.
- **3L.** Modelo de motor de combustión interna de camioneta tipo pickup.
- **4D56.** Modelo de motor de combustión interna de camioneta tipo pickup.
- **1KD.** Modelo de motor de combustión interna de camioneta tipo pickup.
- **YD25.** Modelo de motor de combustión interna de camioneta tipo pickup.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Tipo y alcance de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación utilizado en el presente es tecnológica, ya que obedece a problemas de tipo técnico, y que aprovecha los conocimientos teóricos científicos que se obtuvieron de la investigación básica, de la misma manera establece normas técnicas los cuales hacen posible los cambios en la realidad. (17 pág. 6).

Esta investigación es tecnológica porque se aplicará los conocimientos básicos de selección de materiales y cálculo de elementos de máquina, para lograr un diseño adecuado de la estructura soporte motor.

3.1.2 Alcance de la investigación

El alcance de investigación utilizado es aplicado, ya que se basa en investigaciones de descubrimientos y avances de investigación, para llenarse de mejoras, su característica es conocer para construir, actuar, modificar y hacer. (18)

Es aplicada porque se basa a una mejora de un diseño existente para el beneficio de las empresas automotrices que las requieran.

3.2 Metodología aplicada para el desarrollo de solución

La investigación está basada a la norma alemana (VDI) VDI 2221, que propone una estructura de diseño de productos que requiere modelos conceptuales y fases que facilitan la producción. Las fases de esta norma permiten ver una secuencia de la estructura para identificar datos necesarios para la ejecución del proyecto. (19)

3.2.1 Fases de la metodología VDI 2221

3.2.1.1 Fase de especificación

Esta fase contiene toda información de la investigación para que el desarrollo del producto y que esta satisfaga las necesidades encontradas. (19)

3.2.1.1.1 Detalle de lista de exigencias

Esta fase presenta todas las exigencias del diseño. Las exigencias se deben plasmar en una hoja, deben participar la dirección de la empresa y debe

participar el cliente cuando se hace la redacción del proyecto. (5)

Tabla 9. Modelo de lista de exigencias.

LISTA DE EXIGENCIAS		EDICION:	Pág. de
PROYECTO		CLIENTES	Fecha:
			Autor:
Características	Deseo o exigencias	Descripción	Responsable
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

Tomado de la tesis de Barriga Gamarra, Benjamín 1985.

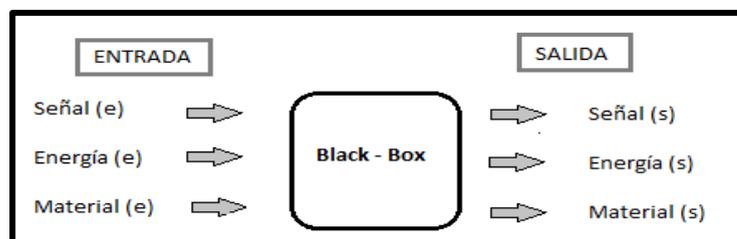
3.2.1.2 Estructura funcional

Esta fase determina las funciones que realiza el producto que son las funciones generales, y subfunciones del diseño que se está produciendo, es esta fase se pueden presentar diagramas o descripciones sencillas. (19)

3.2.1.2.1 Función total del sistema (caja negra)

Una función total de sistema se puede presentar en un Black-box (caja negra), donde las magnitudes de entrada y salida son iguales y son básicas, con el cual podemos presentar el proceso de abstracción para obtener todas las soluciones posibles. (20 pág. 14)

Tabla 10. Black-box (caja negra)



Nota: e – Entrada, s – Salida. Tomado del trabajo de Benjamín Barriga Gamarra, 1985

3.2.1.3 Solución principal

En esta fase se busca las formas de solución de los subfunciones del diseño, de esto resulta la solución principal el cual será permitir la realización preliminar de la estructura para que cumpla las características necesarias de la investigación. Se puede realizar un esbozo, diagrama, circuito o una descripción. (19)

3.2.1.3.1 Matriz morfológica de la función

Una función se puede subdividir en función parcial. Con esta técnica podemos generar una gran variedad de ideas en menor tiempo, con la matriz morfológica podemos descomponer los conceptos iniciales, situaciones, ideas, en funciones parciales básicas.

Tabla 11. Matriz morfológica

Funciones parciales (o lamentos)	Alternativas				
	De efecto, de portadores, de principios de solución, de forma, de grupos funcionales, de bloques funcionales.				
	1	2	3	4	n
1	S11	S12	S13	S14	S1 n
2	S21	S22	S23	S24	S2 n
3	S31	S32	S3	S34	S3 n
4	S41	S42	S43	S43	
-					
-					
-					
-					

Solución 01 Solución 03 Solución 02

Tomado del trabajo de Benjamín Barriga Gamarra, 1985

3.2.1.4 Estructura modular

El resultado es una estructura de módulo que, en oposición con la estructura de la función o la solución de origen, facilita un anuncio preliminar de la descomposición de la solución en los grupos factibles; estos consienten determinar las especificaciones antes de realizar bosquejos característicos del producto. (19)

3.2.1.5 Diseños preliminares

Consta en lanzar módulos principales de diseño. Los detalles para que se lleve a cabo el diseño principal deben buscarse tan lejos en la investigación para poder elegirlo. Como resultado de esta fase encontraremos diseños que se basaron al diseño principal que se presenta en dibujos a escala, circuitos u otros. (19)

3.2.1.6 Diseño definitivo

La información detallada de los componentes antes no incluidos se debe adicionar a los diseños modulares iniciales. Esta fase obtiene el diseño decisivo que tiene toda la investigación necesaria para desarrollar el producto, las características de como representar los planos a escala, detalles de componentes esenciales, diagramas de flujo de instrumentación, etc. (19)

3.2.1.7 Documentos del producto

En esta fase se alista toda instrucción de funciones del diseño el cual el departamento de diseño es responsable, también del producto final. Esta fase concuerda con la fase anterior. De esta fase resulta los documentos, los planos en general.

(19)

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

4.1 Estado de arte

Gracias al mercado del parque automotor que cada día aumenta la creación de servicios técnicos y que aumenta considerablemente, y se están desarrollando diferentes rubros en el mantenimiento de un vehículo, tal como es el caso de esta investigación que se enfoca en el rubro de mantenimiento y reparación de motores.

Para ver los escenarios que actualmente se observan en las mecánicas automotrices de Huancayo, se presentan equipos de sujeción que ayudan durante el trabajo de desmontaje y ensamblado de motor, se realizará un estudio de los equipos que cumplen la misma función de sujetar un motor de combustión interna. (20 pág. 4)

4.1.1 Soporte para reparación de motores de vehículo pesado WW-HV-2500

Es aplicado a motores pesados con la capacidad de 2500 kg, puede ser operado por una sola persona y se mueve con facilidad, puede girar 360°, está equipado con 2 dispositivos de freno de parqueo, tiene un ajuste determinado de altura hasta 300 mm, puede autobloquearse velocidad doble tornillo sin fin, tiene una caja de seguridad para toda posición requerida, es compacto para ahorrar espacio, tiene un cárter de aceite y bandeja de herramientas. Podemos apreciar este soporte en la figura 19. (20)



Figura 19. Soporte para reparación de motores de vehículo pesado WW-HV-2500.

Tomado de sitio web <http://www.directindustry.Es/prod/zinko-hydraulic-jack/product-54757-1104957.html>

4.1.2 Soporte de motor para reparación ZES-100

Es aplicado a motores, transmisiones y ejes posteriores pesados con una capacidad 1 tonelada de peso como se muestra en la figura 20. Es un soporte de dos columnas con sujeción lateral, tiene una manivela que se conecta con una caja de engranes para facilitar el

giro del motor y se traba en la posición deseada, tiene sujetores universales que permiten el desmontaje y montaje de diferentes motores. (20)



Figura 20. Soporte de motor para reparación ZES-100

Tomado de sitio web <http://www.directindustry.es/prod/zinko-hydraulic-jack/product-54757-1104957.html>

4.1.3 Soporte de motor ajustable

Las características de este soporte tal como se muestra en la figura 21, son el giro de 360 °, bloqueo en ocho posiciones, ruedas con rodamiento de bolas 4 puntos de apoyo, ángulos, con distancias ajustables y puede soportar 700kg.



Figura 21. Soporte de motor ajustable para desmontaje de motores de combustión.

Tomado de sitio web <https://www.directindustry.es/prod/bgs-technic-kg/product-221143-2281727.html>

4.2 Identificación de requerimientos

4.2.1 Lista de exigencias

Se detalla la lista de exigencias de acuerdo a lo exigido por los talleres mecánicos que operan vehículos livianos, para satisfacer las exigencias y deseos con el diseño propuesto.

Tabla 12. *Lista de exigencias*

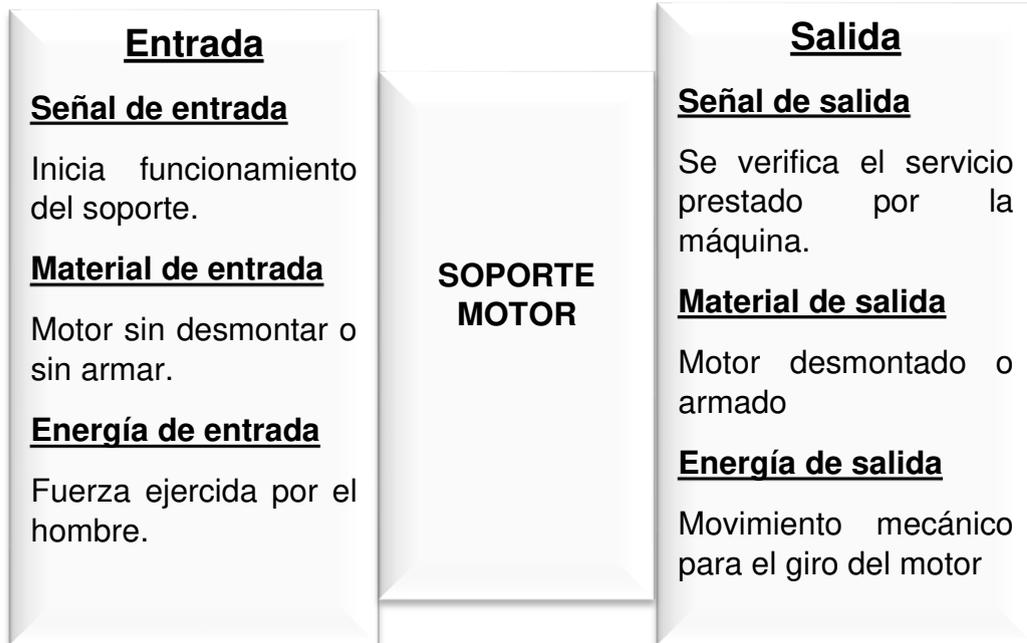
LISTA DE EXIGENCIAS			Pág. 1 De 2
			Revisión
PROYECTO		SOPORTE MOTOR	Fecha:
CLIENTE		UNIVERSIDAD CONTINENTAL – Facultad de Ingeniería Mecánica	Autor: Maick Huaccaychuco
Características	Deseo o exigencia	Descripción	Responsable
Seguridad	E	El diseño cumplirá las exigencias de política nacional de seguridad y salud en el trabajo Ley N° 29783.	Huaccaychuco
Funcionamiento	E	El proyecto cumplirá la función de sujetar al motor y posicionar el motor en un ángulo determinado por el operador.	Huaccaychuco
Geometría	E	La estructura del proyecto tendrá la facilidad de plegarse para facilitar su almacenamiento cuando no está operando.	Huaccaychuco
Manipulación	E	El proyecto tendrá la facilidad de manipulación del operario por la forma que tiene la estructura. Y ayudara a disminuir el desgaste físico.	Huaccaychuco
Materia prima	E	El proyecto está diseñado exclusivamente para motores de una capacidad máxima de 500 kg.	Huaccaychuco
Productividad	E	El proyecto cumplirá las exigencias del operario para facilitar el desmontaje y montaje del motor reduciendo los tiempos de trabajo cuando se trabajó sin un soporte motor.	Huaccaychuco
Fabricación	E	La estructura que se diseñará para la fabricación del soporte motor será de fácil realización por la facilidad de conseguir los materiales en el mercado y no es complejo la estructura.	Huaccaychuco

LISTA DE EXIGENCIAS		Pág. 2 De 2	
		Revisión	
PROYECTO		SOPORTE MOTOR	
CLIENTE		UNIVERSIDAD CONTINENTAL – Facultad de Ingeniería Mecánica	
		Fecha:	
		Autor: Maick Huaccaychuco	
Características	Deseo o exigencia	Descripción	Responsable
Transporte	D	El proyecto será de fácil transporte por tener piezas individuales que al desmontarlo ocupan un espacio reducido durante los envíos.	Huaccaychuco
Ensamblaje	E	El proyecto contara con la facilidad de armado por la forma de las partes de la estructura.	Huaccaychuco
Mantenimiento	E	La estructura tendrá una facilidad de realizarle el mantenimiento adecuado ya que se puede limpiar y pintar con facilidad sin la necesidad de desmontar.	Huaccaychuco
Uso	E	El proyecto trabajara en ambientes bajo techo en talleres mecánicos.	Huaccaychuco
Costos	D	El proyecto tiene que ser accesible para que los clientes lo adquieran.	Huaccaychuco

4.2.2 Estructura de funciones

4.2.2.1 Caja negra o Black – box

Tabla 13. *Caja negra*



- **Entrada**

Señal: Inicio de funcionamiento del soporte motor.

Materia: Motor que tendrá que ser desmontado o armado

Energía: Fuerza ejercida por el operador durante el posicionamiento del motor en el soporte.

- **Salida**

Señal: Servicio prestado del soporte motor durante el desarrollo del trabajo.

Materia: Motor completamente desmontado o armado.

Energía: Movimiento generado por las fuerzas del operador durante el trabajo.

4.2.2.2 Secuencia de operación

Primero comprobar si el soporte motor este en un buen estado, si no tiene algún perno suelto, cuando la revisión termine se procede al montaje del motor y sujetarlo en el soporte motor.

Luego se posiciona el motor en la posición deseada de trabajo, para el desmontaje o se posiciona el bloque del motor para su armado adecuado.

Seguidamente se manipula el giro del motor en diferentes posiciones para facilitar la extracción o montaje de sus componentes durante el trabajo hasta finalizar el desmontaje o armado completo del motor.

Por ultimo retirar el motor del soporte para su instalación en el vehículo, y podemos repetir esta operación las veces necesarias durante el trabajo de armado y desmontaje de motores.

4.2.2.3 Fijar procesos técnicos

• Disposición

- ✓ Inspección de le los pernos, piezas móviles del soporte motor.
- ✓ Ubicar el soporte motor en el área correspondiente de trabajo.

• Realización

- ✓ Montaje y sujeción del motor para el desmontaje o armado.
- ✓ Proceso adecuado de desmontaje o armado del motor.
- ✓ Posicionamiento deseado del motor durante el trabajo.
- ✓ Desmontaje o armado completo del motor.

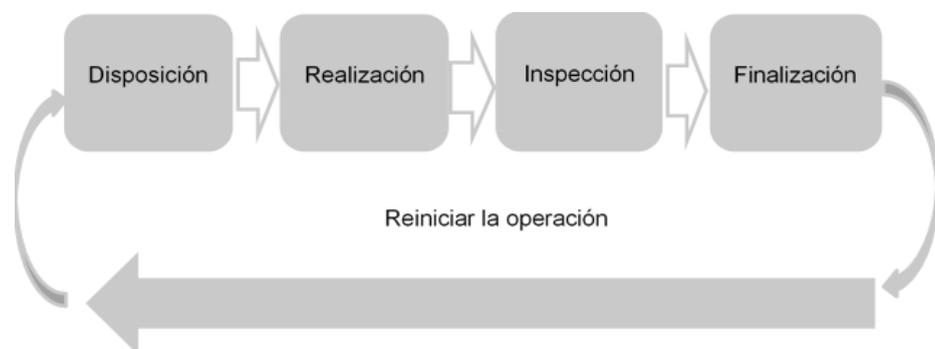
• Inspección

- ✓ Verificar la adecuada sujeción del motor en el soporte.
- ✓ Controlar el giro y posicionamiento del motor.
- ✓ Verificar el armado o desmontaje del motor.
- ✓ Controlar el desacoplamiento del motor de combustión interna del soporte sujecor de motor.

• Finalización

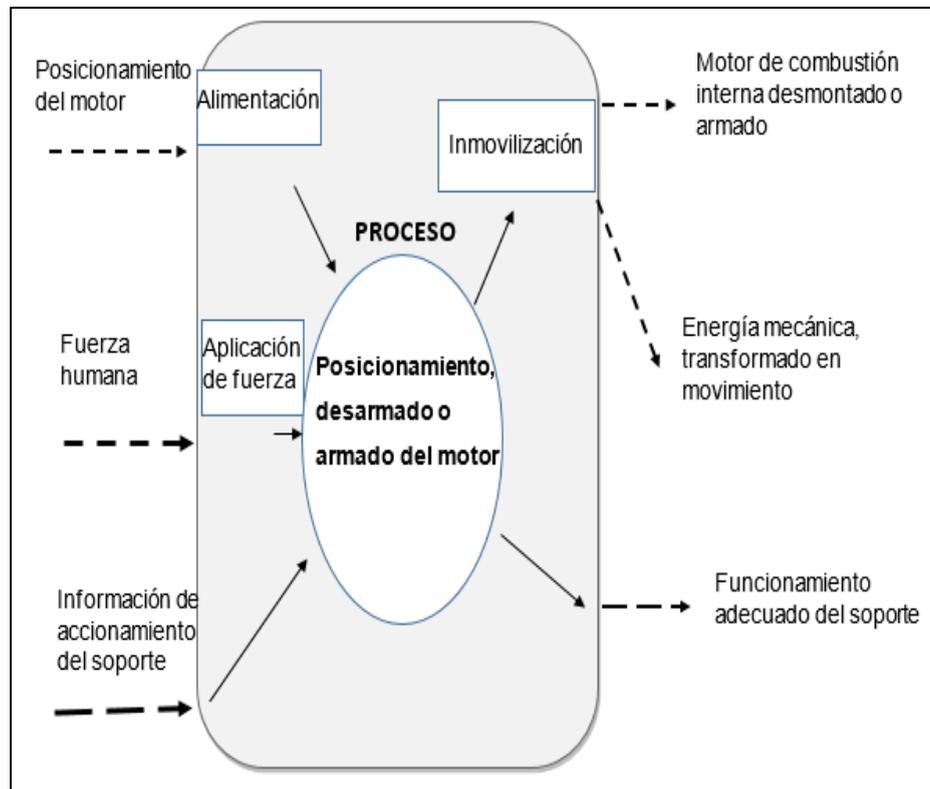
- ✓ Desinstalar el motor completamente armado o desarmado del soporte motor.
- ✓ Llevar el motor al área siguiente de trabajo.
- ✓ Realizar limpieza del soporte motor del derrame de aceite u otras sustancias.
- ✓ Guardar el soporte motor en una zona seca dentro del taller.
- ✓ Reiniciar el proceso con los motores a desmontar o armar.

• Diagrama de flujo de la asociación de funciones



4.2.2.4 Estructura de funciones

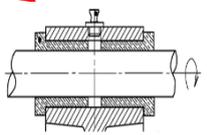
Tabla 14. *Caja blanca*



4.3 Principios de solución

4.3.1 Concepto de solución o matriz morfológica

Tabla 15. Matriz morfológica

FUNCIONES PARCIALES	PORTADORES DE FUNCIONES (características o principios de			
	1	2	3	4
Posicionamiento 	Manual 	Con sujetor 	Pluma Hidraulica 	
Fijación 		Perno 		
Rotación 		Rueda 	Rotación por eje 	
Desplazamiento vertical		Gata hidraulica 	Garras 	
Energía		Mecánico 	Presión hidraulica 	
Transformación de Energía 	Movimiento mecánico 			
Desmontaje o montaje del motor 				
CONCEPTOS DE SOLUCIÓN.		 		

4.3.2 Determinación del proyecto preliminar

4.3.2.1 Concepción de solución 01

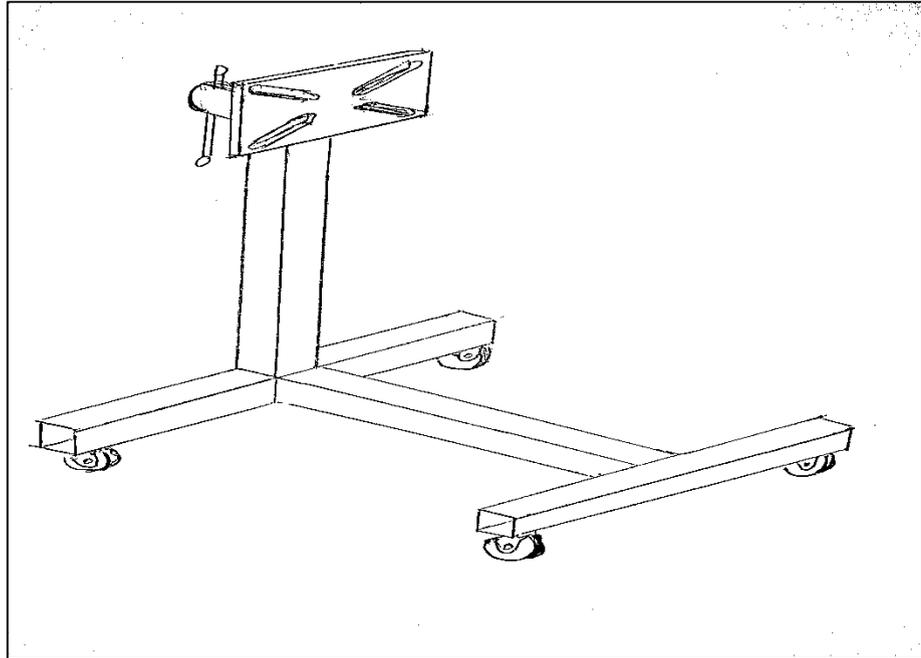


Figura 22. Concepto de solución 01.

Esta solución tiene una estructura compacta no desarmable, tiene una manipulación mecánica por actuación de la fuerza humana, su desplazamiento se da por medio de ruedas con un rodamiento tipo bolas, tiene una capacidad de carga de 700 kg, la manipulación del motor se realiza mediante el giro de la manivela que está anclada al eje hueco que sujeta a la garra de sujeción del motor mediante pernos, el posicionamiento en diferentes ángulos se realiza mediante un pin en el eje, esto para una mejor posición durante el desarmado o armado del motor, este soporte se observa en la figura 22.

4.3.2.2 Concepción de solución 02

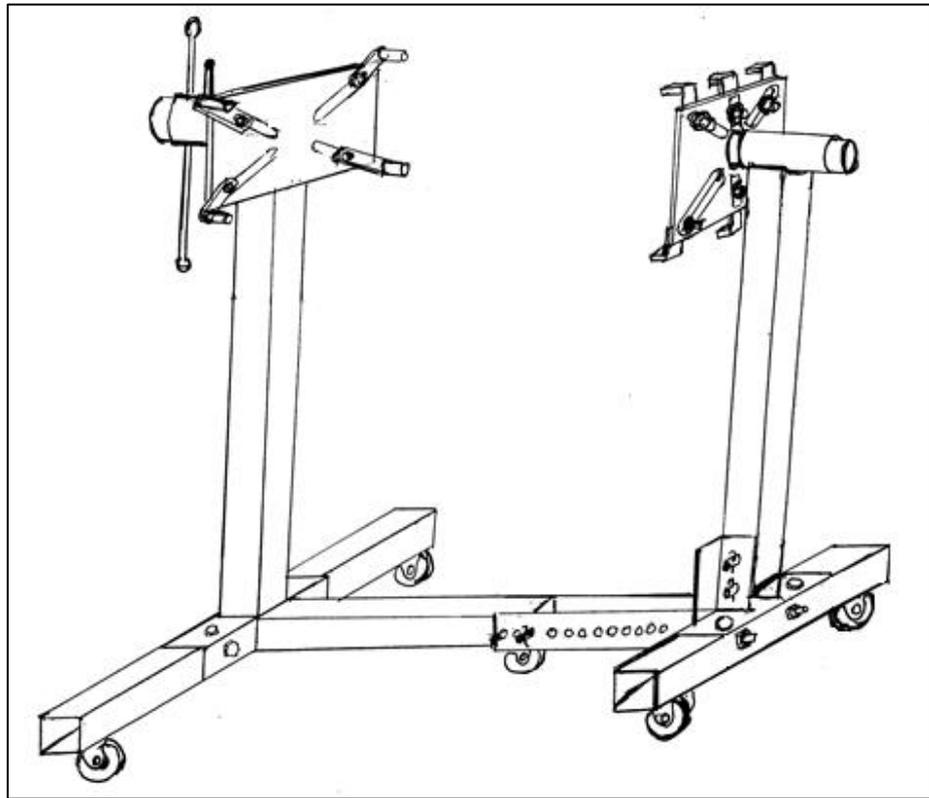


Figura 23. Concepto de solución 02.

Esta solución numero 2 tiene una estructura desarmable que ocupa un espacio reducido para su traslado y manipulación, tiene dos columnas con sujetores adecuados para la característica del motor de camionetas, puede soportar 500 kg de peso como máximo, tiene un accionamiento mecánico por manivela, la viga en medio y una columna pueden moverse gracias a los pines de inmovilización para su almacenamiento durante no se requiera el soporte, su desplazamiento se da por cojinetes tipo bolas con frenos para inmovilizar en un punto de trabajo adecuado para la manipulación del motor, este soporte se observa en la figura 23.

4.3.2.3 Concepción de solución 03

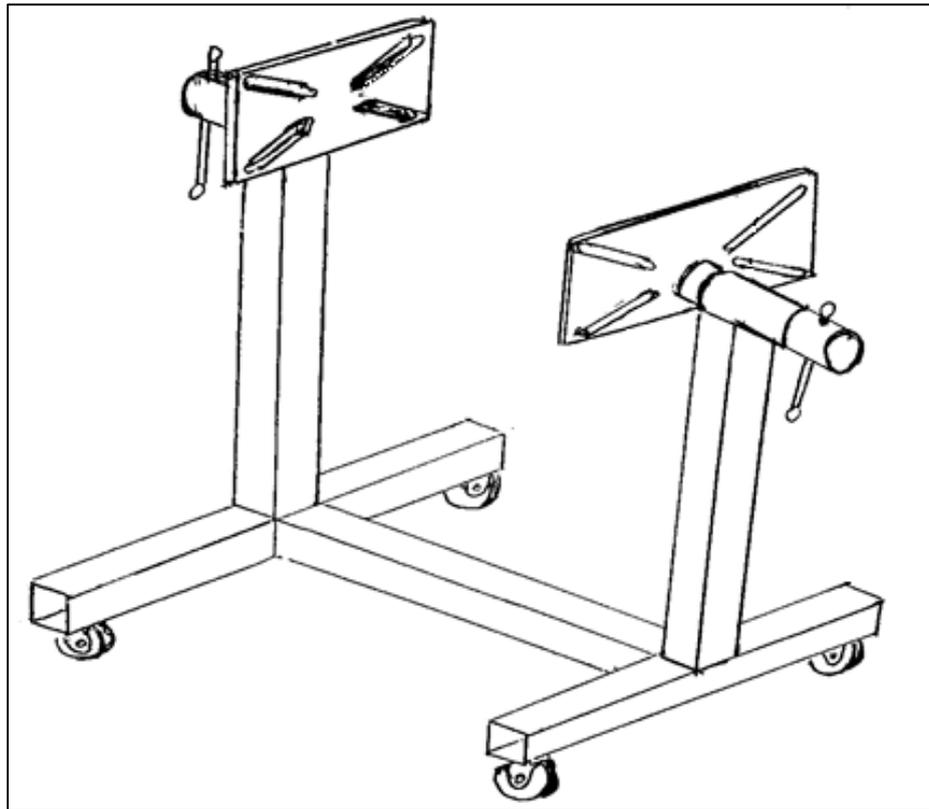


Figura 24. Concepto de solución 03.

La solución 03 que se observa en la figura 24, tiene dos columnas con dos sujetores de motor que permiten la manipulación del motor durante el trabajo, cuenta con dos manivelas para su manipulación de giro del motor y posicionamientos en diferentes grados deseados por el operario, su desplazamiento se da mediante cojinetes con rodamiento tipo bolas que permite su traslación en diferentes posiciones, soporta un peso de 700 kg como capacidad máxima, tiene una estructura no desarmable.

4.3.2.4 Determinar el concepto solución óptimo

Tabla 16. *Concepto de solución.*

p: puntaje de 0 a 4 (Escala de valores según VDI 2225)
0 = No satisface, 1 = Aceptable a las justas, 2 = Suficiente, 3 = Bien, 4 = Muy bien (ideal).

CRITERIO TÉCNICO	SOLUCIONES			
	S.1	S.2	S.3	S. Ideal
Operatividad	2	3	2	4
Diseño	3	3	3	4
Seguridad	3	4	4	4
Ergonomía	2	3	2	4
Fabricación	3	3	2	4
Tamaño	3	3	3	4
Mantenimiento	4	4	3	4
TOTAL	20	23	19	28

4.3.2.5 Análisis Técnico de los conceptos de solución

Tabla 17. *Análisis técnico de los conceptos de solución.*

p: puntaje de 0 a 4 (Escala de valores según VDI 2225)
0 = No suficiente, 1 = Aceptable a las justas, 2 = Suficiente, 3 = Bien, 4 = Muy bien (ideal). g = peso ponderado (criterio de evaluación)

Variantes de Concepto/Proyecto			SOLUCIONES							
			S. 1		S. 2		S. 3		S. Ideal	
Nº	Criterios de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp
1	Posicionamiento	3	3	9	3	9	3	9	4	12
2	Fijación	4	4	16	4	16	2	8	4	16
3	Desmontaje	3	1	3	3	9	1	3	4	12
4	Montaje	3	3	9	3	9	3	9	4	12
5	Energía	2	2	4	2	4	2	4	4	8
6	Transformación de energía	3	2	6	3	9	3	9	4	12
TOTAL			38	56	42	72				
Valor técnico			0.53	0.78	0.58	1.00				

4.3.2.6 Análisis económico de los conceptos de solución

Tabla 18. Análisis económico de los conceptos de solución.

p: puntaje de 0 a 4 (Escala de valores según VDI 2225)										
0 = No suficiente, 1 = Aceptable a las justas, 2 = Suficiente, 3 = Bien, 4 = Muy bien (ideal). g = peso ponderado (criterio de evaluación)										
Variantes de Concepto/Proyecto			SOLUCIONES							
			S. 1		S. 2		S. 3		S. Ideal	
Nº	Criterios de evaluación	g	p	gp	P	gp	p	gp	p	gp
1	Cumple con el rendimiento económico	3	3	9	3	9	3	9	4	12
2	Bajo costo de material	3	3	9	3	9	3	9	4	12
3	Materiales accesibles	4	4	16	4	16	4	16	4	16
4	Proceso de fabricación accesible	3	4	12	4	12	3	9	4	12
5	Fácil de montaje	4	3	12	3	12	3	12	4	16
6	Ergonomía accesible	3	2	6	3	9	3	9	4	12
7	Fácil de manipulación	4	2	8	4	16	2	8	4	16
TOTAL			72	83	72	96				
Valor económico			0.75	0.86	0.75	1.00				

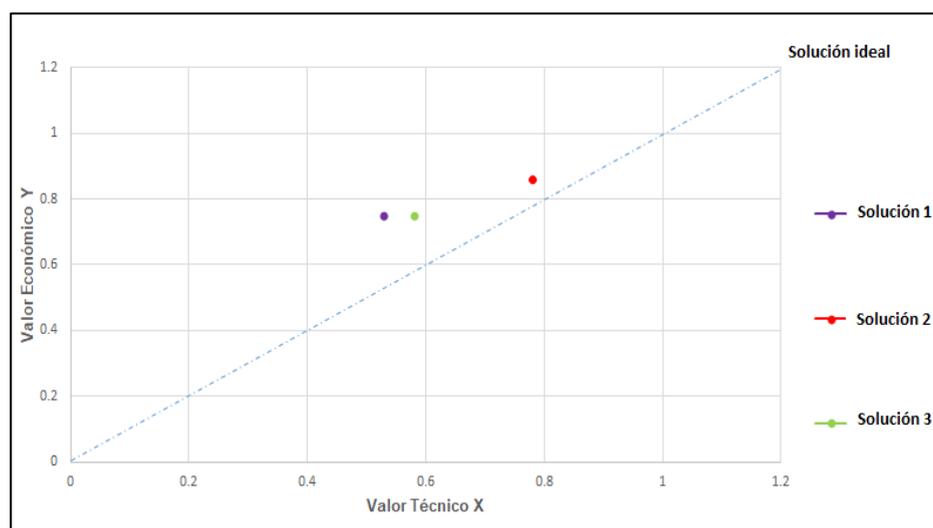


Figura 25. Diagrama de dispersión de solución técnico – solución económica.

Del diagrama de dispersión de solución técnico – solución económica, se puede apreciar que la solución 2 es la más aproximada a la línea de la solución ideal, el cual elegiremos para el desarrollo de nuestro proyecto por ser el más factible.

4.4 Diseño

4.4.1 Selección de materiales para las vigas

La sección del acero tiene las medidas según especificación de aceros que se muestra en la tabla 4.

Acero estructural cuadrado ASTM A500 con dimensiones 50x50x 3.122 mm con resistencia a la tracción de 400 MPa, límite a la fluencia de 270 MPa, peso 4.316 kg/m. La figura 23, muestra la viga de apoyo de la columna delantera del soporte motor.

El peso de la viga está en relación con el peso del acero que es 4.316 kg/m, de esta manera podemos calcular el peso de la viga de longitud 70 cm, esta medida de longitud se obtuvo de las referencias de los soportes existentes en el mercado.

Peso de la viga = $4.316 \times 0.70 = 3$ kg aproximadamente.

Peso de la columna = 3 kg (por las mismas dimensiones que la viga.)

El peso de la garra es la suma de los componentes que la conforman tales como pernos, sujetadores, tubos, se asume un peso de 1.6 kg, considerando los pesos de acuerdo a los datos de los aceros de la tabla 1 y 2.

Entonces los pesos de los elementos se considera un peso de 7.6 kg el cual ejercerá una fuerza en el centro de la viga.

Selección del material para la viga del soporte



Figura 26. Viga delantera del soporte motor apoyado en las ruedas.

ΣM = Sumatoria de momentos.

$\Sigma M_{(-)}$ = Sumatoria de momentos en un punto.

ΣF_Y = Sumatoria de fuerzas en Y.

P= Peso total (507.6 kg).

F=(Px9.8) fuerza ejercida por P (4974.5 N).

Cálculo de las reacciones en los puntos A, B y el Momento máximo, que actúa en la viga como se muestra en la figura 27.

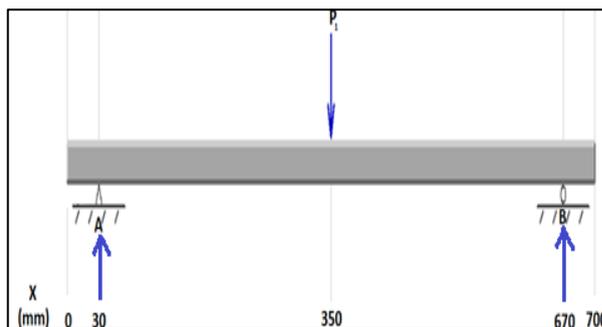


Figura 27. Fuerzas que actúan en la viga del soporte.

$$\sum M_A=0$$

$$M_B+M_P=0$$

$$R_B \times 0.64 + (-4974.5 \times 0.32) = 0$$

$$R_B = 2487.25 \text{ N}$$

$$M_{\max} = 2487.25 \times 0.32$$

$$M_{\max} = 795.92 \text{ Nm}$$

$$\sum F_Y=0$$

$$F_A + F_B - F_P = 0$$

$$F_A + 2487.25 - 4974.5 = 0$$

$$F_A = 2487.25 \text{ N}$$

En la figura 28 se muestra el cálculo realizado con software de cálculo, para comprobar los resultados que se obtuvieron.

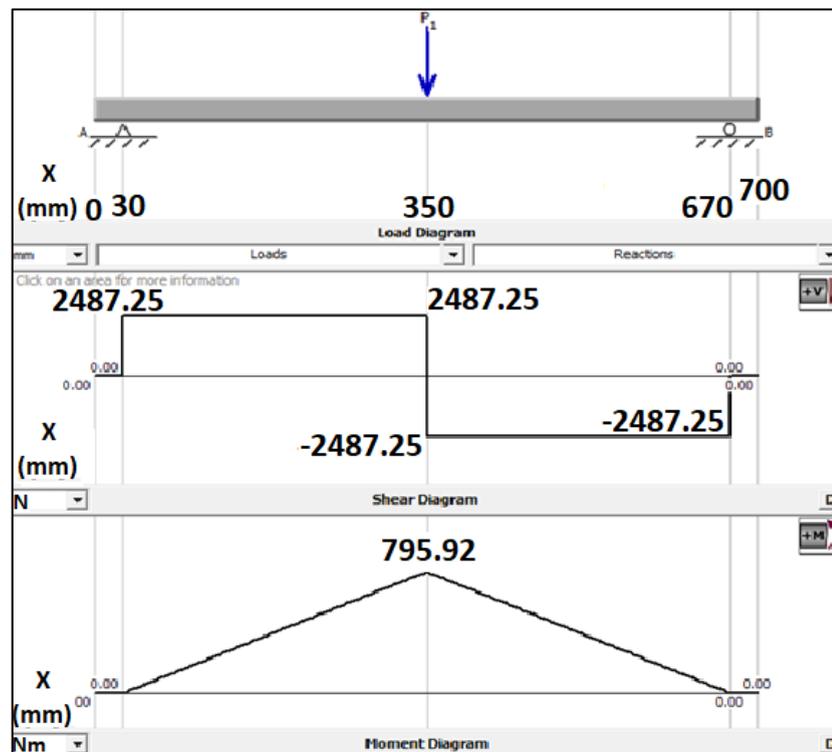


Figura 28. Grafico del cálculo de las reacciones en los puntos A, B y el momento máximo.

Calculo del esfuerzo flexionante máximo y factor de seguridad de la viga.39

Para este cálculo utilizaremos la ecuación

σ_{max} = Esfuerzo de flexión máximo.

I_x = Momento de inercia.

c = Centroide de la sección de la viga.

FDS = Factor de seguridad.

S_y = Límite máximo de fluencia del material.

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} \times c}{I} \quad (2.7 \text{ pág. 40})$$

$$I_x = \frac{b \times h^3}{12} \quad (2.8 \text{ pág. 40})$$

$$FDS = \frac{S_y}{\sigma_{max}} \quad (2.9 \text{ pág. 40})$$

$$I_x = \frac{0.05^4 \text{ m}}{12} - \frac{0.043756^4}{12} = 2.15363 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$\sigma_{max} = \frac{795.92 \times 0.025}{2.15363 \times 10^{-7}} = 92392843.71 \text{ N/m}^2$$

$$FDS = \frac{270 \times 10^6 \text{ Pa}}{92392843.71 \text{ Pa}} = 2.9$$

Conclusión: El material que se seleccionará para la viga es el acero ASTM A500, no considerar un material con menor espesor de lo que se propone, de otro modo se estaría dando posibilidad de fallas en la viga.

Selección de material para la viga corta del soporte

Se seleccionará un material para la viga corta el cual se observa de un color negro en la figura 29, se asume las mismas características de acero de la viga mayor (ASTM A500).

Se considera para la viga menor una longitud de 50 cm, los pesos que actúan sobre la viga menor son pesos del brazo móvil que esta sobre la viga, la garra y sus componentes. Los pesos se especifican en las tablas 1, 2 y 4 de ahí se presume un peso de materiales de 7 kg, como el brazo de apoyo y la columna principal están paralelos el peso de motor se distribuye en los dos, entonces la carga soportada por el brazo de apoyo es de 250 kg.

El peso que se presume que actúa en la viga menor será de 257 kg.



Figura 29. Viga menor del soporte motor apoyado en ruedas.

Cálculo de las reacciones en los puntos A, B y el Momento máximo, como se observa en la figura 30.

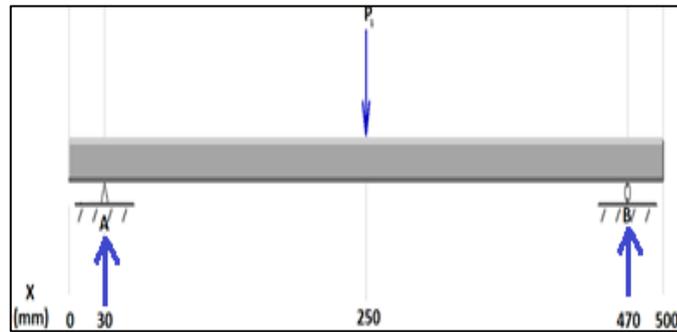


Figura 30. Fuerzas que actúan en la viga corta.

$$P=257 \text{ kg} \times 9.8 = 2518.6 \text{ N.}$$

$$\sum M_A=0 \quad (2.3 \text{ pág. 39})$$

$$\sum F_Y=0 \quad (2.4 \text{ pág. 39})$$

$$M_B+M_P=0$$

$$F_A+F_B-F_P=0$$

$$R_B \times 0.44 + (-2518.25 \times 0.22) = 0$$

$$F_A + 1243.63 - 2487.25 = 0$$

$$R_B = 1259.13 \text{ N}$$

$$F_A = 1259.13 \text{ N}$$

$$M_{\max} = 1243.63 \times 0.22$$

$$M_{\max} = 277 \text{ Nm}$$

Calculo del esfuerzo flexionante máximo y factor de seguridad de la viga menor.

$$I_x = \frac{0.05^4 m}{12} - \frac{0.043756^4}{12} = 2.15363 \times 10^{-7} m^4$$

$$\sigma_{\max} = \frac{277 \times 0.025}{2.15363 \times 10^{-7}} = 32155012.7 \text{ N/m}^2$$

$$FDS = \frac{270 \times 10^6 \text{ Pa}}{32155012.7 \text{ Pa}} = 8.3$$

4.4.2 Selección de material para la columna del soporte.

Cálculo estático de la columna, con las dimensiones dadas por el proveedor de aceros. (50×50×3.122) mm. Acero estructural cuadrado ASTM A500, resistencia a la tracción de 400 MPa, límite a la fluencia de 270 MPa, peso 4.316 kg/m, en la figura 28 se observa la ubicación de la columna principal del soporte motor, y la figura 32 muestra la columna principal sujetando un motor sin el apoyo del brazo móvil.

Los pesos se calculan en promedio de los pesos que tienen algunos de los materiales como muestra la tabla 1, 2 y 4.

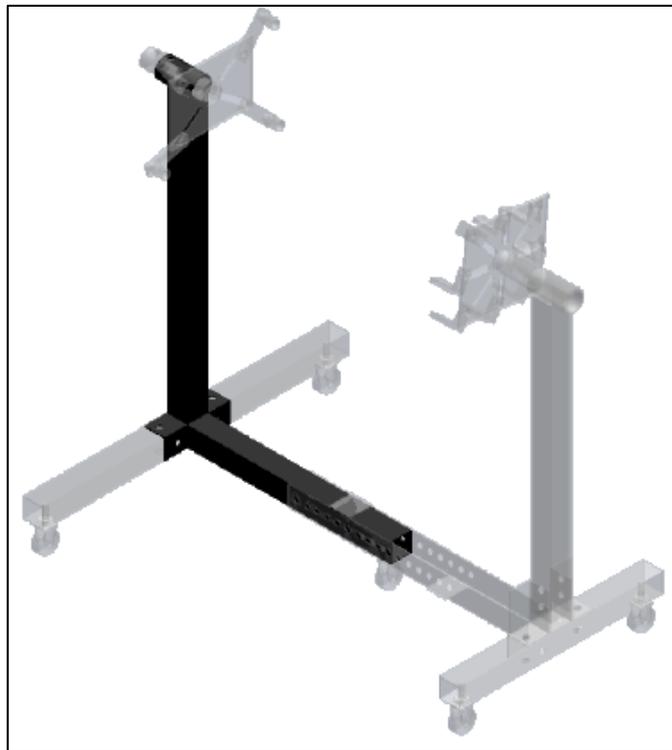


Figura 31. Columna principal del soporte motor.

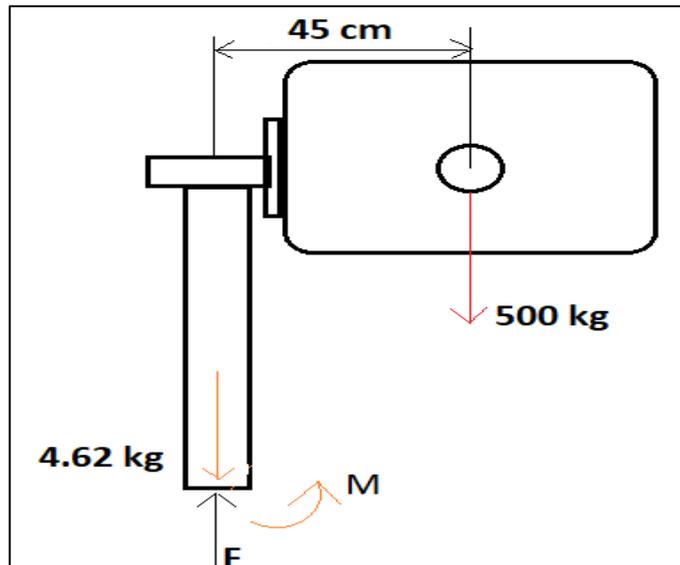


Figura 32. Columna principal del soporte motor sujetando un motor de 500 kg.

Selección de material de la columna principal

Calculo de la fuerza F en la columna por actuación del peso del motor.

$$\sum F_y = 0$$

$$F - 4.62 \text{ kg} \times 9.8 - 500 \text{ kg} \times 9.8 = 0$$

$$F = 4945.28 \text{ N}$$

Calculo de momento M.

$$\sum M = 0$$

$$-M = 500 \text{ kg} \times 9.8 \times 0.45 \text{ m}$$

$$M = -2205 \text{ Nm}$$

Calculo del esfuerzo normal por cargas axiales.

$$\sigma_N = \frac{F}{A} \quad (2.5 \text{ pág. 39})$$

$$\sigma_N = \frac{4945.28 \text{ N}}{0.5^2 - 0.469^2} = 163505.67 \text{ Pa}$$

Calculo de esfuerzo normal por momento flector.

$$\sigma_M = \frac{M \times c}{I}$$

$$I_x = \frac{0.05^4 m}{12} - \frac{0.043756^4}{12} = 2.15363 \times 10^{-7} m^4$$

$$\sigma_M = \frac{2205 Nm \times 0.025m}{2.15363 \times 10^{-7} m^4} = 255963187.7 Pa$$

Calculo del esfuerzo normal en la zona de compresión.

$$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 255963187.7 + 163505.76 = 256126693.4 Pa$$

Calculo de factor de seguridad en la columna principal.

$$FDS = \frac{S_Y}{\sigma} = \frac{270 MPa}{256126693.4 Pa} = 1.1$$

Conclusión: El material que se utilizará para la columna debe ser un acero ASTM A500, con las dimensiones mencionadas, para que pueda soportar un motor de 500 kg sin la ayuda del brazo móvil.

Selección de material para el brazo de apoyo móvil

Calculo del esfuerzo normal en el brazo móvil soportando una carga de 250 kg como se muestra en la figura 34, el peso del motor se distribuye en los dos apoyos que son la columna principal y el brazo de apoyo móvil, soportando así 250 kg cada uno. Se considera las mismas características del acero de la columna principal, la longitud de la columna es de 68 cm, en la figura 33 se observa la localización del brazo móvil del soporte motor.



Figura 33. Ubicación del brazo móvil en el soporte motor.

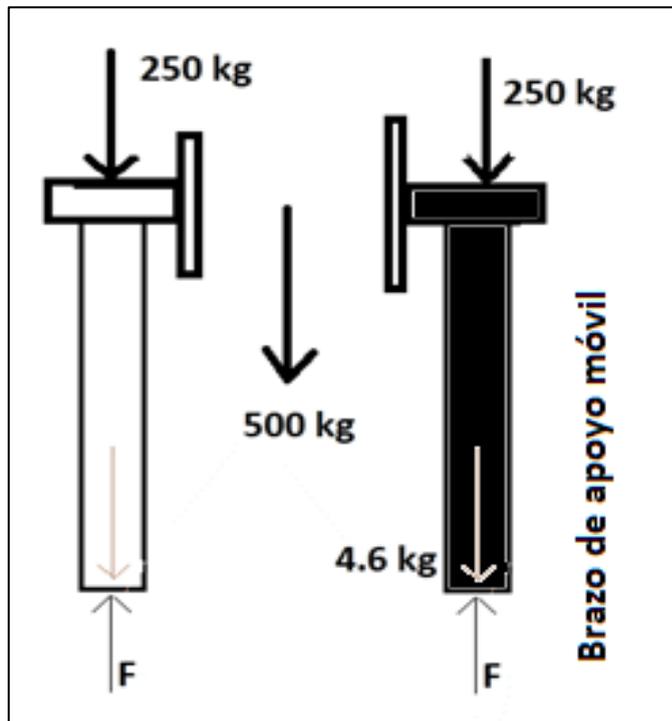


Figura 34. Soporte secundario al lado derecho soportando una carga de 250 kg.

Calculo del esfuerzo normal.

$$\sigma_N = \frac{F}{A}$$

$$F = (250kg + 4.6kg) \times 9.8 = 2495.1N$$

$$A = 0.05^2 - 0.04679^2 = 3 \times 10^{-4}m^2$$

$$\sigma_N = \frac{2495.1}{3 \times 10^{-4}} = 8317000Pa$$

$$FDS = \frac{270 MPa}{8MPa} = 33.75$$

Conclusión: Se puede utilizar un acero de menor resistencia a la fluencia o con un espesor del material, solo para el brazo móvil, pero se puede constatar con los costos que acarrearían.

4.4.3 Selección de materiales para los componentes del soporte motor

Calculo de esfuerzo en la base del pin de apoyo como se muestra en la figura 35.

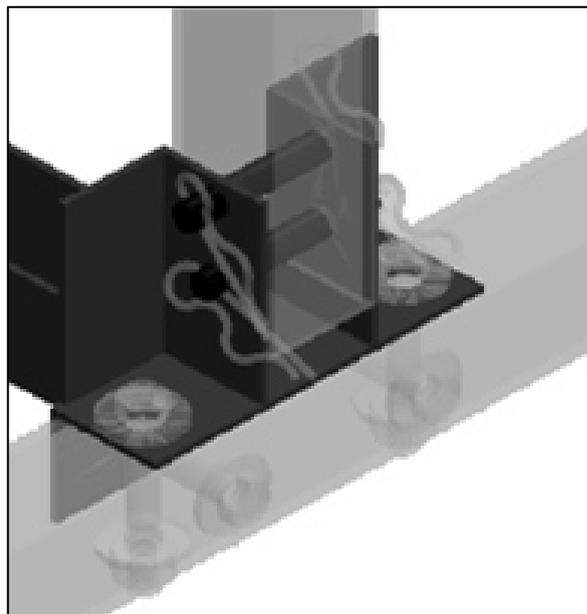


Figura 35. Ubicación el apoyo del pin en el brazo de apoyo móvil.

Se considera un acero ASTM A36, ángulo estructural, con una dimensión de 2"x2"x1/8", adecuado para las medidas del soporte motor.

$$A_{APOYO} = 0.0508 \times 0.0032 + 0.0476 \times 0.0032 = 3.2 \times 10^{-4} m^2$$

$$\sigma_{Apoyo} = \frac{F}{A_{Area\ proy.}} = \frac{2495.1/2}{3.2 \times 10^{-4}} = 3.9\ MPa$$

$$FDS = \frac{S_Y}{\sigma_{Apoyo}} = \frac{345\ MPa}{3.9\ MPa} = 88$$

Conclusión: se puede considerar un material de menor resistencia a la fluencia, pero se debe considerar los tamaños de las vigas, para la estética en el diseño.

Calculo de esfuerzo cortante del pin como muestra la figura 36 considerando un acero AISI 1006 con resistencia a la fluencia de 170 MPa.

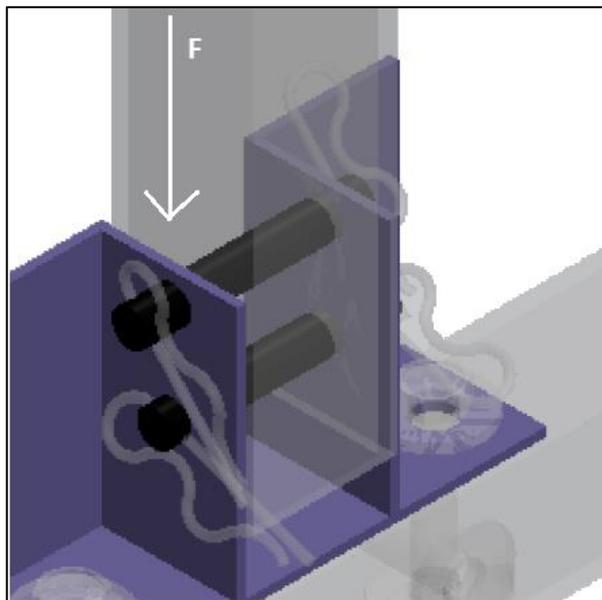


Figura 36. Fuerza ejercida por el peso del motor y componentes de soporte en el pin de apoyo.

Calculo de esfuerzo cortante y factor de seguridad considerando diámetro del pin de 12mm.

$$\tau = \frac{P}{A} = \frac{2495.1/2}{\frac{\pi \times 0.012^2}{4}} = 11MPa \quad (2.6 \text{ pág. } 39)$$

$$FDS = \frac{0.5 \times 170MPa}{11MPa} = 7.7 \quad (2.10 \text{ pág. } 40)$$

Conclusión: Para el elemento pin de confiabilidad 7.7 es de 12 mm de diámetro de acero AISI 1006. Se considera este diámetro para dar confianza de trabajo a la vista de los usuarios.

Calculo para la selección de pernos del soporte.

Los puntos donde los pernos estarán expuestos al esfuerzo cortante son las garras como se muestra en la figura 37 y 38, considerando 4 pernos con un diámetro de 10 mm.

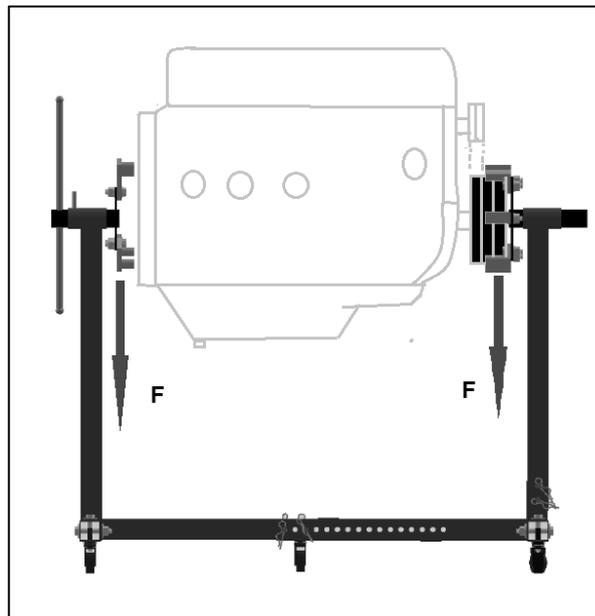


Figura 37. Soporte de motor en funcionamiento.

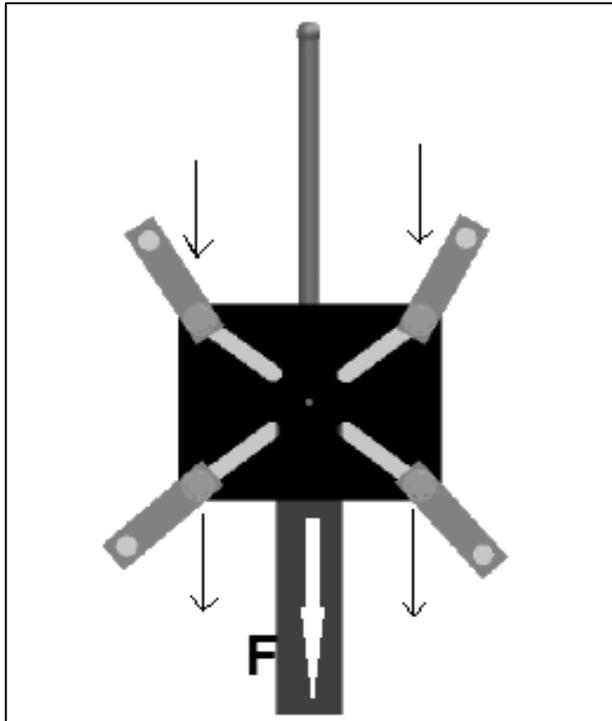


Figura 38. Sujesor primario con cuatro pernos.

$$\tau_v = \frac{0.5 \times S_y}{FDS}$$

$$\tau_v = \frac{F}{A}$$

$$\tau_v = \frac{\frac{F}{4}}{\pi \times d^2/4} = \frac{4900}{\pi \times 0.012^2} = 16 \text{ MPa}$$

$$FDS = \frac{0.5 \times 240 \text{ MPa}}{61 \text{ MPa}} = 7.5$$

Conclusión: El perno adecuado para sujetar el motor es un perno hexagonal de diámetro 10 mm o de 1/2" para un factor de seguridad de 7.5 y será considerado para todos los pernos del soporte motor.

Calculo de unión soldada en la columna del soporte

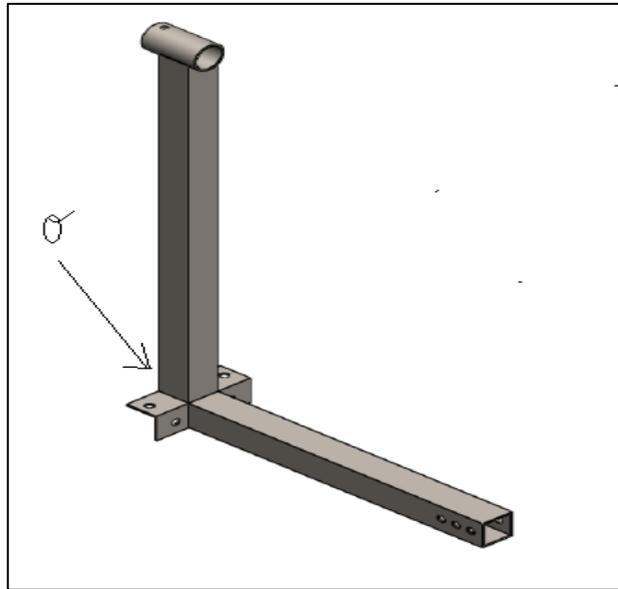


Figura 39. Esfuerzo en la Columna Principal del soporte motor.

La columna soportara un esfuerzo provocado por momento flector, que se obtuvo en el primer cálculo de columna.

$$\sigma_M = -2205$$

Calculo del segundo momento unitario del área.

$$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d) \quad (2.1 \text{ pág. 38})$$

$$I_{u_u} = \frac{0.05^2}{6}(3 \times 0.05 + 0.05) = 8.33 \times 10^{-5} \text{ mm}^3$$

Calculo de inercia en la soldadura asumiendo soldadura de filete con cateto de 1/2" (12.7mm).

$$I = 0.707hI_u \quad (2.2 \text{ pág. 38})$$

$$I = 0.707hI_u = 0.707 \times 0.0127 \times 8.33 \times 10^{-5}$$

$$I = 7.48 \times 10^{-7}$$

El esfuerzo maximo en la soldadura se dara de la siguiente manera.

$$\sigma_{max} = \frac{M c}{I} = \frac{2205 \times 0.025}{7.48 \times 10^{-7}} = 73.7 MPa$$

Calculo del factor de seguridad en la soldadura.

$$FDS = \frac{0.60 \times S_y}{\sigma_{max}}$$

$$FDS = \frac{0.60 \times 393 MPa}{73.7 MPa} = 3.2$$

Conclusión: La soldadura se realizará de tipo de filete con cateto de 1/2" y con un electrodo AWS E70 18 para soportar el esfuerzo que se genera en la columna.

Calculo de la soldadura en es sujetor de polea como muestra la figura 40, el esfuerzo de soldadura será cortante, entonces considerando soldadura por filete con cateto 1/4" (6.35mm), electrodo número AWS 70 xx, el espesor de la platina es de 3/8 "(9.5mm). la fuerza que actúa es de 4900N / 2.

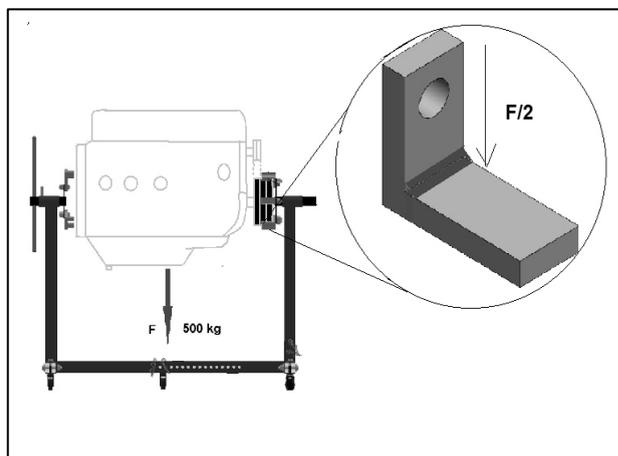


Figura 40. Punto de soldadura en Sujesor de polea.

$$\tau = \frac{F}{0.707 hl}$$

$$\tau = \frac{2450}{0.707 \times 0.00635 \times 0.0095} = 57.5 MPa$$

$$FDS = \frac{0.3 \times S_y}{\tau}$$

$$FDS = \frac{0.3 \times 393 MPa}{57.5 MPa} = 2.1$$

Conclusión: La soldadura que se utilizará en todos los sujetores se hará el tipo filete con cateto de 1/4" para que trabaje con un factor de seguridad de 2.1.

CAPITULO V

SIMULACIÓN

5.1 Simulación con software CAD

5.1.1 Simulación de la columna del soporte motor

La simulación que la figura 41 muestra en la escala de colores del análisis estático de Von Mises, el cual nos permite verificar los puntos críticos en la columna. La escala de color rojo nos indica el máximo punto crítico de la columna, donde la pieza puede tener falla, y el color azul el mínimo donde la pieza no sufriría ningún tipo de fallas.

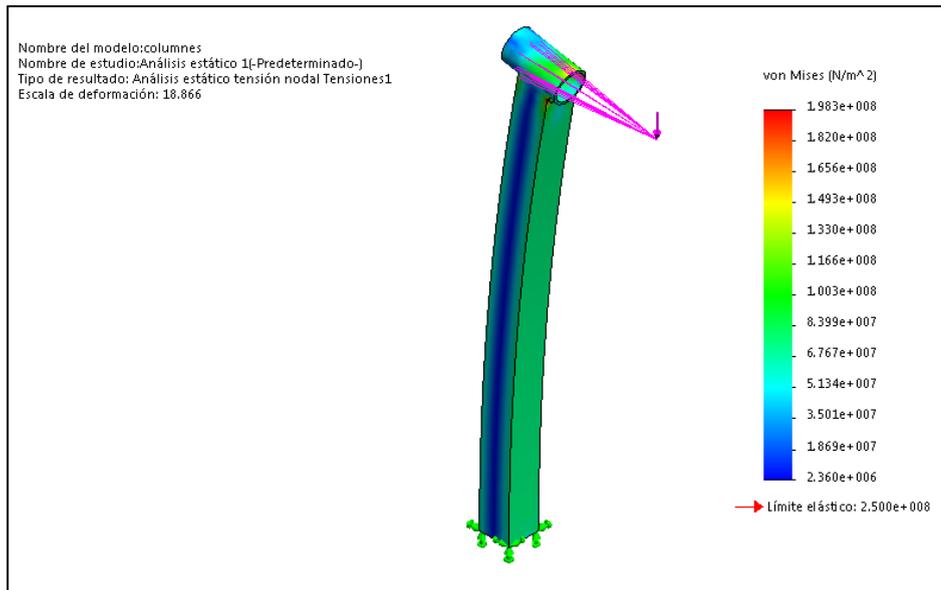


Figura 41. Análisis estático tensión nodal (tensión de Von Mises).

Los resultados de la simulación y el cálculo de la columna del soporte motor son de 256 MPa y 198 MPa respectivamente, validando de esta manera el perfil utilizado para el diseño del soporte.

La simulación de desplazamiento nos permite ver cuánto puede moverse la pieza del punto de origen al someterlo una fuerza sobre ella, la figura 42 muestra un desplazamiento de 3.9 mm, el cual podemos interpretar que la columna se desplazó 3,9 mm con respecto al origen o punto de inicio al momento de someterlo a una carga de 500 kg.

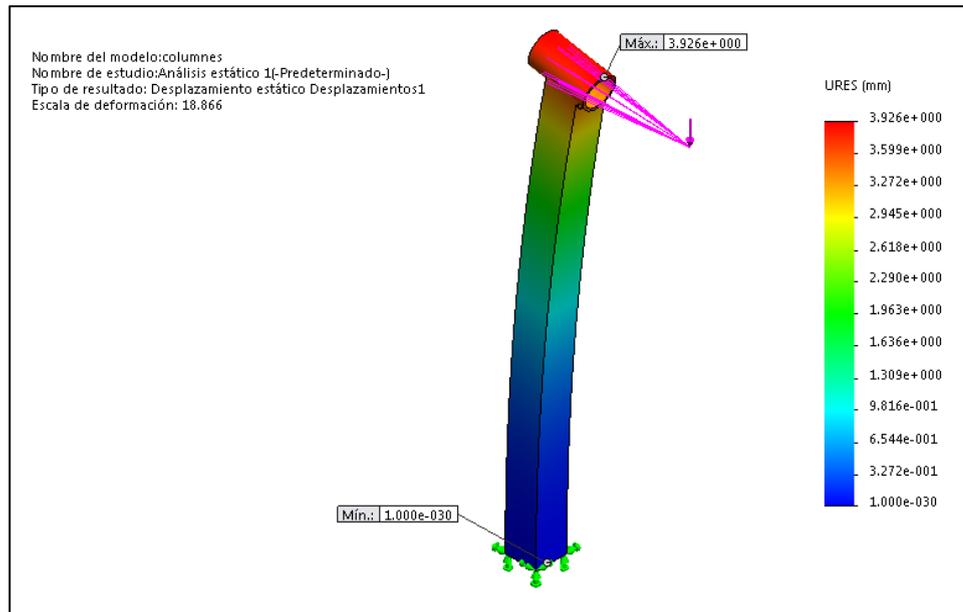


Figura 42. Desplazamiento estático de la columna del soporte motor.

La simulación del factor de seguridad mostrada en la figura 43, indica un factor de 1.3 el cual podemos identificar en un punto sobre la columna. Este factor nos ayuda a identificar si la pieza que se diseña puede aguantar las cargas a las que se somete, y un factor de seguridad nunca puede ser menor de 1. En este caso podemos verificar que la columna puede sufrir una falla en el punto (Mín.) con mínimo como muestra la figura. Pero tenemos un factor mayor de 1, el cual quiere decir que la pieza puede soportar la carga no mayor de 500 kg.

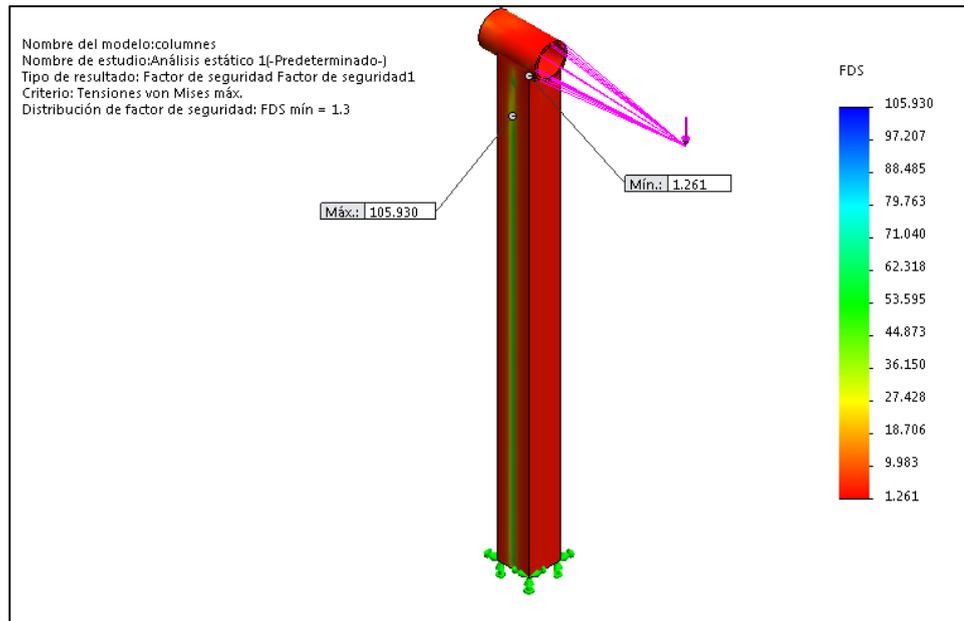


Figura 43. Distribución de factor de Seguridad de la columna del soporte motor.

El factor de seguridad del cálculo y de la simulación de la columna del soporte motor son de 1.1 y 1.3 respectivamente, validando de esta manera que no habrá falla en la columna cuando se realiza el trabajo.

5.1.2 Simulación de la viga del soporte motor

La simulación mostrada en la figura 44 nos permite verificar las tensiones de Von Mises en la viga, el cual podemos identificar los puntos críticos de la pieza, también identificar que el punto elástico del material puede soportar la carga al que está sometida.

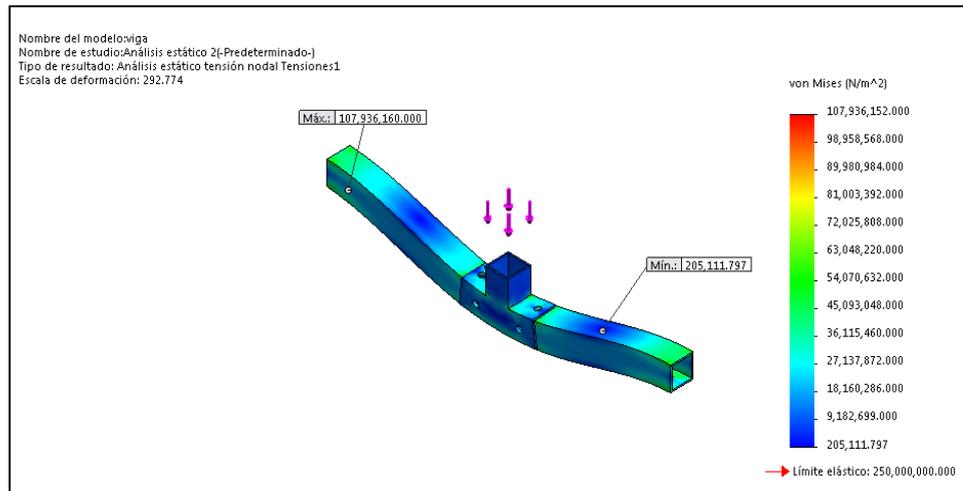


Figura 44. Análisis estático Von Mises de la viga soporte motor.

El cálculo y simulación tienen un resultado de 92 MPa y 107 MPa respectivamente, validando así los resultados para la selección del material adecuado para el soporte motor.

La figura 45 muestra el desplazamiento que sufre la viga al ser sometido a la carga de 500 kg, en este caso la viga se desplaza 0.256 mm, la escala de colores nos muestra cual, y donde se encuentra el punto de mayor desplazamiento en la viga, el color rojo es la zona de un desplazamiento mayor que se da en la viga, en este caso el color azul muestra desplazamiento 0, que quiere decir que no hubo desplazamiento.

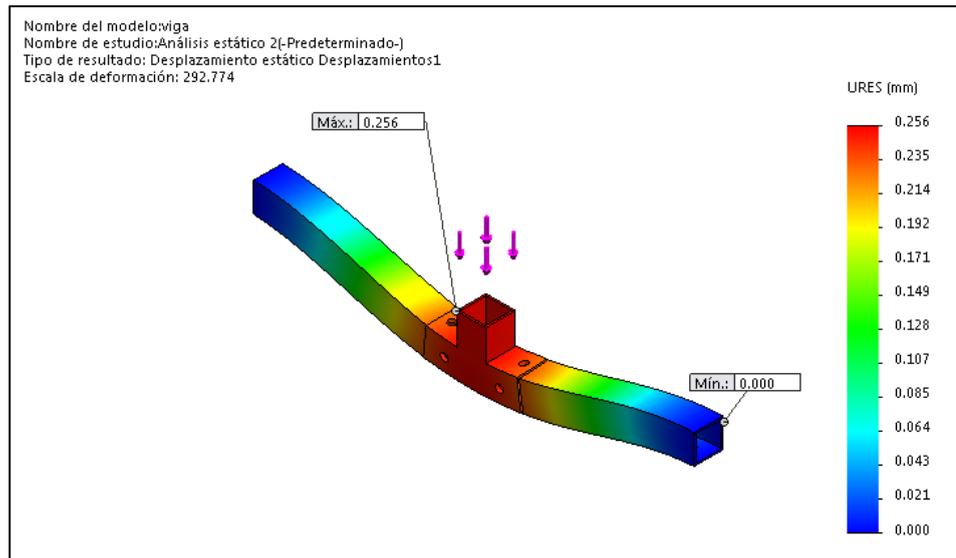


Figura 45. Desplazamiento estático de la viga del soporte motor.

El factor de seguridad mostrada en la figura 46 nos permite definir si la pieza o material soportará la carga que deseemos, en este caso tenemos un factor de seguridad de 2.3 el cual valida el material que se utilizará para el diseño el cual esta detallada en el capítulo 4.

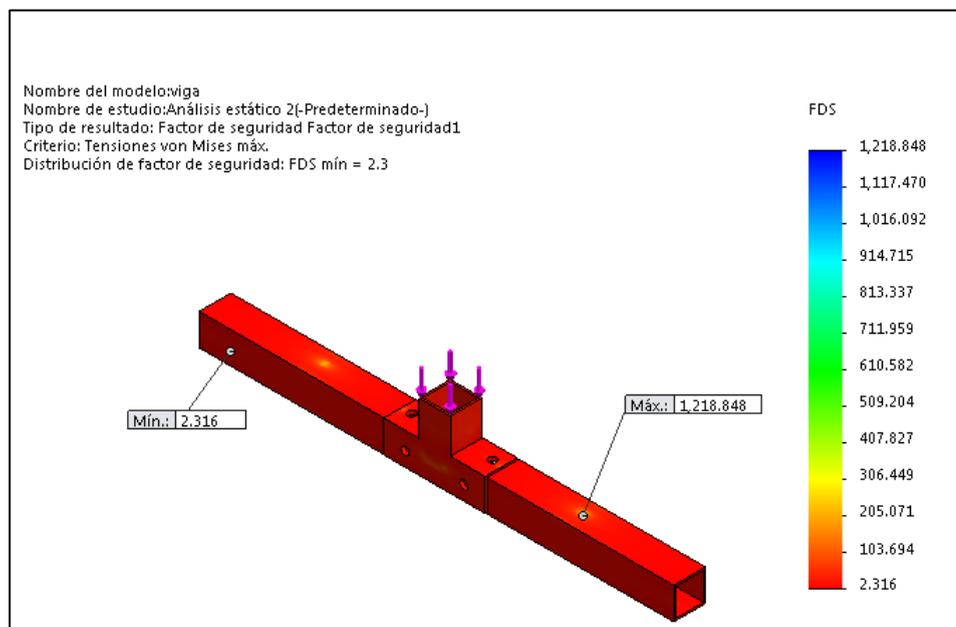


Figura 46. Distribución de factor de Seguridad de la viga del soporte motor.

El factor de seguridad del cálculo y simulación son de 2.9 y 2.3 respectivamente, esta simulación nos permite validar los resultados

de los cálculos obtenidos sin un software CAD, de esta manera se valida el material propuesto durante el desarrollo.

5.1.3 Simulación de la garra del soporte motor

El análisis estático de Von Mises podemos interpretar según la escala de colores, el color rojo son los puntos donde la placa sufrirá una deformación mayor, que en este caso el máximo es de 36 MPa y se darán en los extremos del ojo chino, el cual podemos observar en la figura 47.

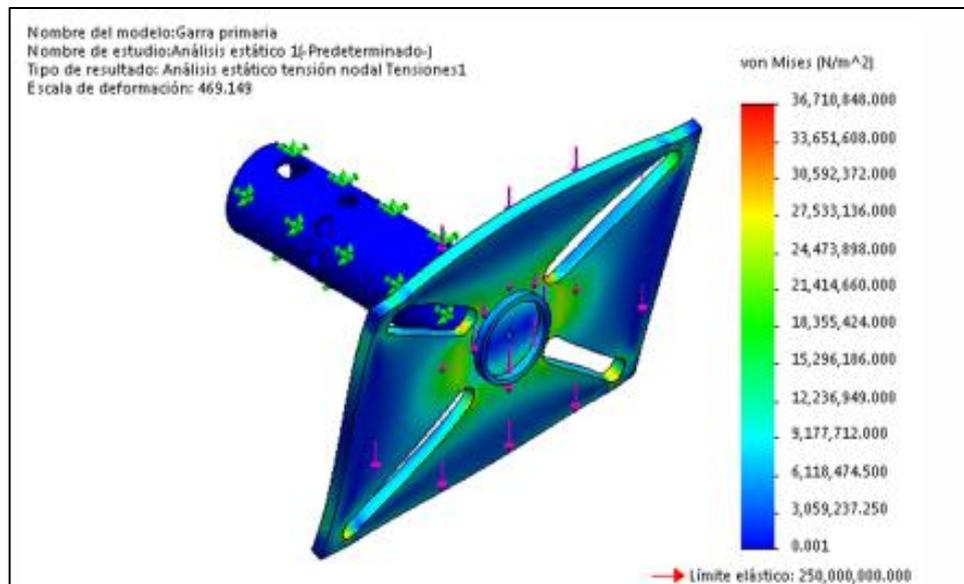


Figura 47. Análisis estático Von Mises de la garra del soporte motor.

El factor de seguridad que se obtuvo con el software como muestra la figura 48 nos indica que la pieza podrá soportar la carga a la que estará sometida ya que está con un FDS de 6.8, pero no debe sobrepasar los 500 kg.

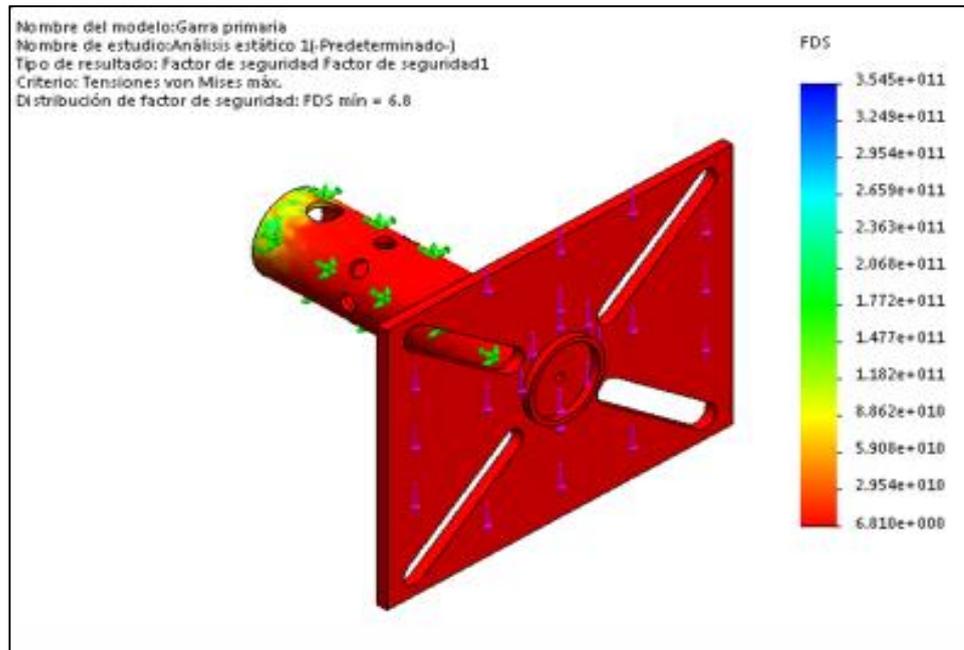


Figura 48. Distribución del Factor de Seguridad de la garra del soporte motor.

5.1.4 Simulación del soporte motor

Al simular la estructura del soporte motor podemos identificar los puntos donde sufrirá deformaciones al soportar un motor con un peso de 500 kg como máximo, en la figura 49 podemos identificar el punto máximo que es de 123 MPa el cual está en los agujeros donde irá la rueda para poder desplazar al soporte de un lado a otro. También podemos observar que el límite elástico del material es mayor a los esfuerzos que proyecta la escala de colores.

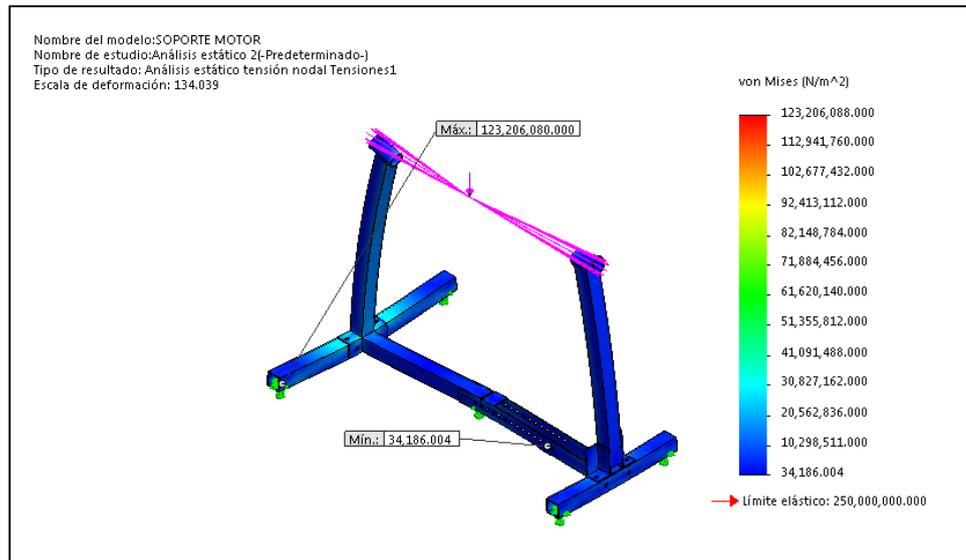


Figura 49. Análisis estático Von Mises de la estructura soporte motor.

El desplazamiento de una de las piezas del soporte motor podemos identificarlo en la figura 50, los mayores desplazamientos se dan en la columna y en el brazo de apoyo móvil del soporte, pero el máximo está en la columna que es de 0.91 mm al estar soportando una carga de 500 kg.

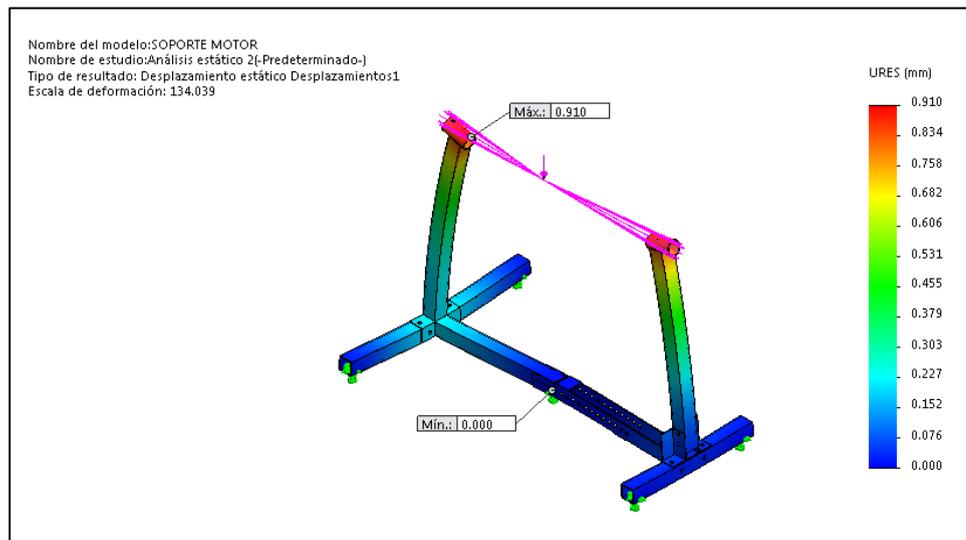


Figura 50. Desplazamiento estático del soporte al soportar una carga.

El factor de seguridad que se obtuvo con el software CAD de la estructura es de 2 y este factor se encuentra en el punto donde ira

las ruedas del soporte como se indica en la figura 51, el factor es mayor de uno y es permisible para validar los componentes del soporte motor para diseñar con los materiales seleccionados en el capítulo 4.

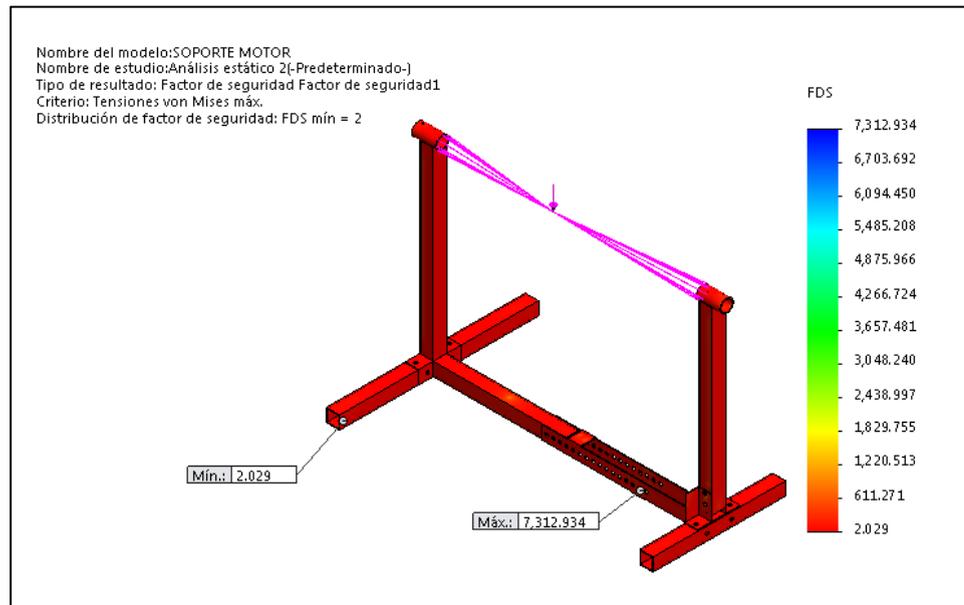


Figura 51. Distribución de factor de seguridad de la estructura del soporte motor.

CONCLUSIONES

1. Se diseñó un soporte motor con un brazo de apoyo móvil para motores de combustión interna con peso máximo de motor de 500 kg de vehículo tipo pickup, obteniendo un factor de seguridad de 2 en la estructura del motor con la simulación del software.
2. Se diseñó un brazo de apoyo móvil que es capaz de acoplarse a las dimensiones de los motores de camionetas tipo pick-up, obteniendo un control adecuado de los motores de combustión interna.
3. Se diseñó una garra de sujeción que es capaz de adaptarse a las dimensiones de las poleas de los diferentes tipos de motores de camionetas.

RECOMENDACIONES

1. El sector automotriz debe estar en constante cambios para identificar deficiencias de los diferentes equipos que se manejan en los talleres para así hacer cambios que beneficien a cada uno.
2. Se recomienda que el peso de los motores no exceda los 500 kg para que la estructura del soporte motor trabaje sin excesos de deformaciones, y no sufra alguna falla durante la manipulación del motor, ocasionando accidentes.
3. Se recomienda usar siempre el brazo de apoyo móvil para evitar deformación prematura en la columna del soporte, y así evitar el mal uso del soporte motor.

BIBLIOGRAFÍA

1. LABORDA GRIMA, Roberto. Manual de seguridad y salud para operaciones en talleres mecánicos y de motores térmicos. Valencia : Universidad Politecnica de Valencia, 2016.
2. Foro coches. [En línea] [Citado el: 20 de Marzo de 2020.] <https://.forcoches.com>.
3. CHEVETTE, Thiago. YouTube. [En línea] 2015. [Citado el: 15 de Mayo de 2020.] https://www.youtube.com/results?search_query=Thiago-CHEVETTE-Ep+07+-+SUPORTE+MOTOR+CHEVETTE+03%2F03.
4. ROJAS G. Eduardo. Propuesta de mejora en el servicio de Reparación de motores Diésel para la empresa Distribuidora Cummins Peru SAC. Lima : UPC, 2015.
5. CRISPIN B. Pedro. Diseño de un sistema de desplazamiento vertical y posicionamiento de trabajo de un soporte sujetador para motores de combustión interna de capacidad máxima de 1300 kg. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Huancayo: Universidad Continental, 2018. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4648>
6. LEON M. Miguel y QUINTERO N. David. Diseño de un banco de pruebas para un motor de combustion Interna no mayor a 120 hp. Tesis (Título de Ingeniero Aeronáutico). Bogotá D.C. : Universidad de San Buenaventura, 2015. Disponible en: <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/138660.pdf>
7. BURBANO P. Nelson. Diseño y construcción de un soporte universal para la reparación de motores para la empresa Tracto Diesel. Tesis (Título de Ingeniero Automotriz). Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas, 2014. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8763/2/T-ESPEL-MAI-0464-P.pdf>
8. REYES O. Jorge Adrian. Diseño e implementación de un laboratorio de motores de combustion interna para el aprendizaje didáctico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electromecánica. Tesis (Título de Ingeniero Electromecánico). La Maná : Universidad Técnica de Cotopaxi

Extensión la Maná, 2015. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3412>

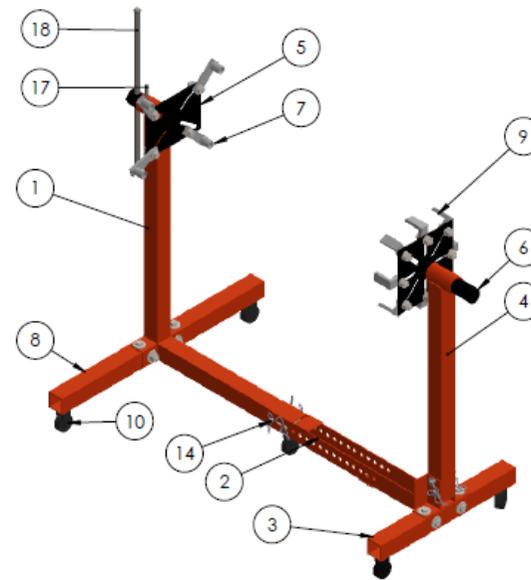
9. VARGAS C. Rolan. Diseño y fabricación de soporte motor de motocicletas para disminuir los tiempos de desarmado y armado de motores en la empresa Tecnimotos y Rectificaciones Alonso. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico Electricista). Chiclayo : Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_df764d f9 9 22bf107289df432c7dfd0fe
10. SAMAME P. Wilmer. Diseño de un sistema de manipulación para realizar mantenimiento de motores de maquinaria pesada hasta de 1 tonelada. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico Electricista). Trujillo : Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1206044>
11. AGUIRRE A. Carlos. Introducción al diseño de estructuras de acero-capitulo 1. Santiago de Chile : Asociación Latinoamericana del Acero, 2001. ISBN: 978-956-8181-12-3.
12. OpenCourseWare. Introduccion a las estructuras-OCW-UC3M. Madrid : s.n., 2009.
13. Catalogo Aceros Arequipa. Aceros Arequipa. [En línea] [Citado el: 18 de Mayo de 2020.] <https://www.fiorellarepre.com.pe/FichaTecnica/803014.pdf>.
14. Manual. Catalogo de Ruedas para diversas cargas SITASA. Toledo : s.n., 2019.
15. RINGEGNI, Pablo. Cálculo de uniones soldadas. 2013.
16. BUDYNAS, Richard G. y J. Keith Nisbett. Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. México : McGRAW-HILL, 2012. ISBN: 978-0-07-352928-8.
17. Huamaní Navarrete, pedro freddy Huamani. La investigación tecnológica. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2016.
18. OSWALDO, Tomala. [En línea] 2016. [Citado el: 4 de Junio de 2020.] <https://sites.google.com/sites/misitioweboswaldotomala2016/tipos-de-investigacion>.

19. Estudio de las actividades relevantes en el diseño de productos. Modelo VDI 2221 frente al modelo metodológico I+P+D3. ARIAS, Katherine. et al. 09, s.l. : Espacios, 2018, Vol. 39. ISSN: 0798 1015.
20. HERMOSA LL. Estefania Andrea. Diseño de una máquina seleccionadora de semillas de sachá inchi peladas, por color con capacidad de 200 Kg/h. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/11729>.
21. Industry, Direct. <https://www.directindustry.es/prod/werner-weitner-gmbh/product-58778-1109067.html>. [En línea]

ANEXOS

Anexo 1: Soporte Motor

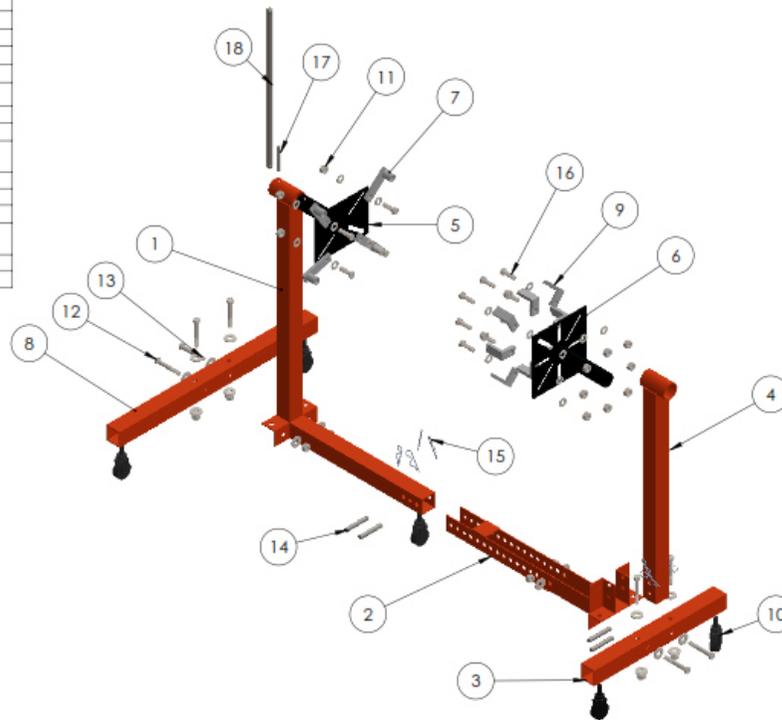
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD
1	Columna	1
2	Viga central	1
3	Viga corta	1
4	Brazo de apoyo móvil	1
5	Garra primaria	1
6	Garra secundaria	1
7	Sujesor	4
8	Viga	1
9	Sujesor de polea	8
10	Ruedas	5
14	Pin	4
17	Pasador	1
18	Palanca	1



Formato: A3	Apellidos y Nombres	 Universidad Continental
Dibujado por:	Huaccaychuco Bendezu Maick Beder	
 Escala: 1:10 Lámina N°: 1	SOPORTE CON BRAZO DE APOYO MOVIL PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DE VEHÍCULOS TIPO PICKUP CON UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE 600 Kg	
		Carrera profesional INGENIERÍA MECÁNICA

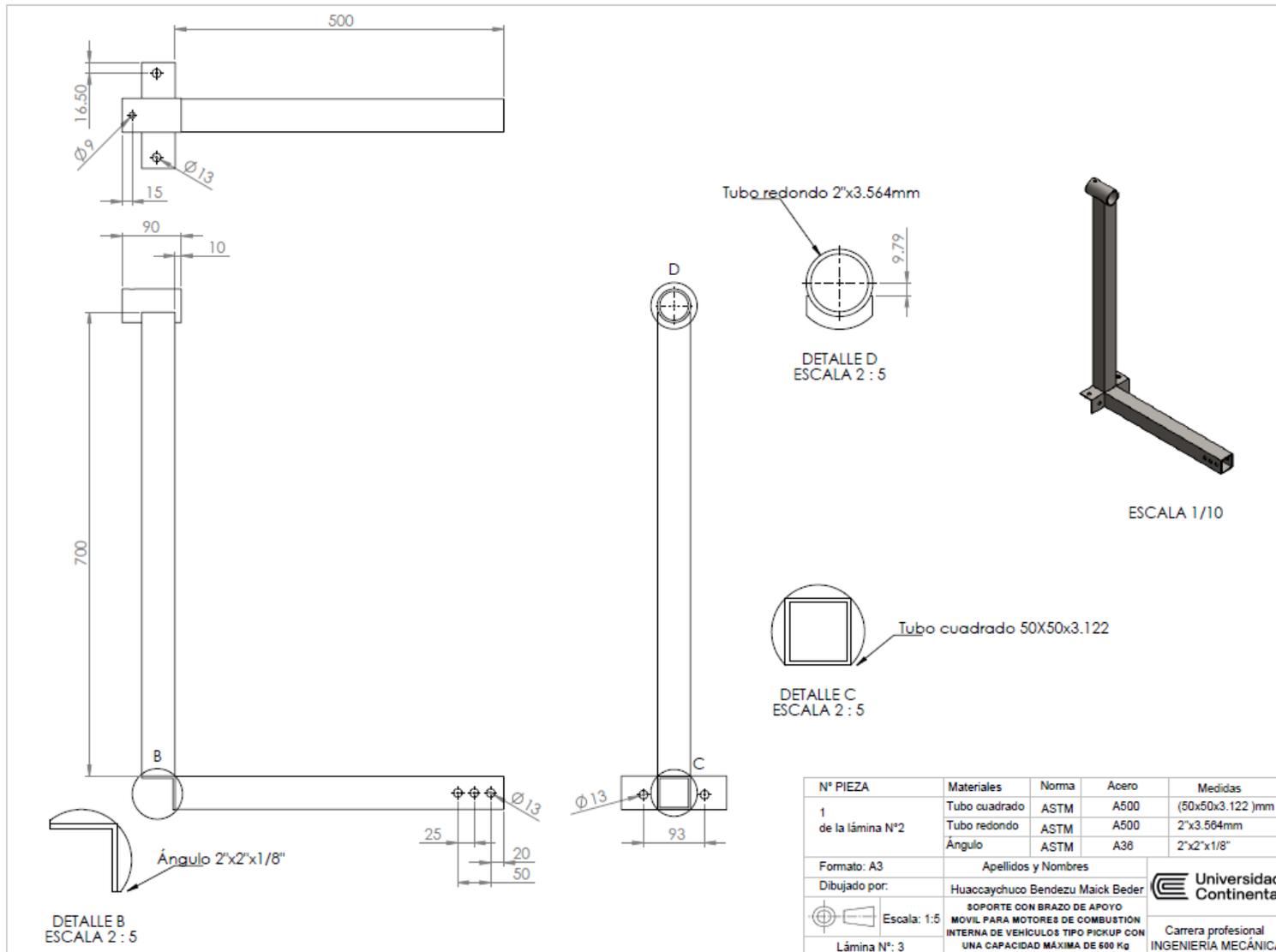
Anexo 2: Plano de Explosión de Soporte motor

N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD
1	Columna principal	1
2	Viga central	1
3	Viga corta	1
4	Brazo de apoyo móvil	1
5	Garra primaria	1
6	Garra secundaria	1
7	sujesor	4
8	Viga	1
9	Sujesor de polea	8
10	Ruedas	8
11	Tuerca Hex M12 x 1.75	20
12	Perno Hex M12 x 1.75 x long. 50mm clase 4.6	8
13	Arandela 12 mm	40
14	Pin	4
15	Seguro de pin	8
16	Perno Hex M12 x 1.75 x long. 30mm clase 4.6	12
17	Pasador	1
18	Palanca	1

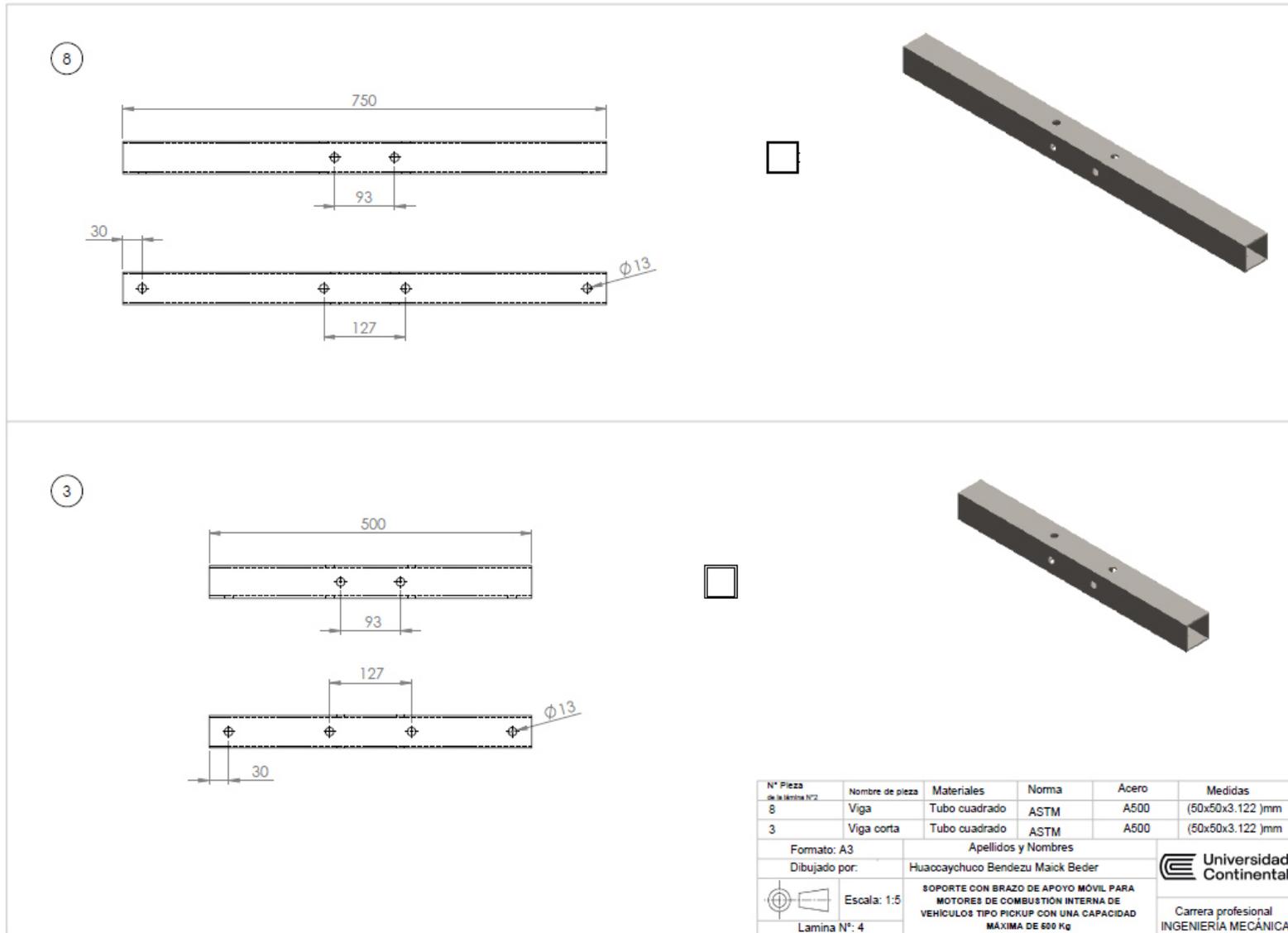


Nº Pieza	VISTA EXPLOSIONADA	SAE-ASTM	Medidas
Formato: A3	Denominación	Normas	
Dibujado por:	Apellidos y Nombres		
	Huaccaychuco Bendezu Maick Beder		
Escala: 1:10	SOPORTE CON BRAZO DE APOYO MOVIL PARA MOTORES DE COMBUSTION INTERNA DE VEHICULOS TIPO PICKUP CON UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE 500 Kg		
Lámina N°: 2	 Carrera profesional INGENIERÍA MECÁNICA		

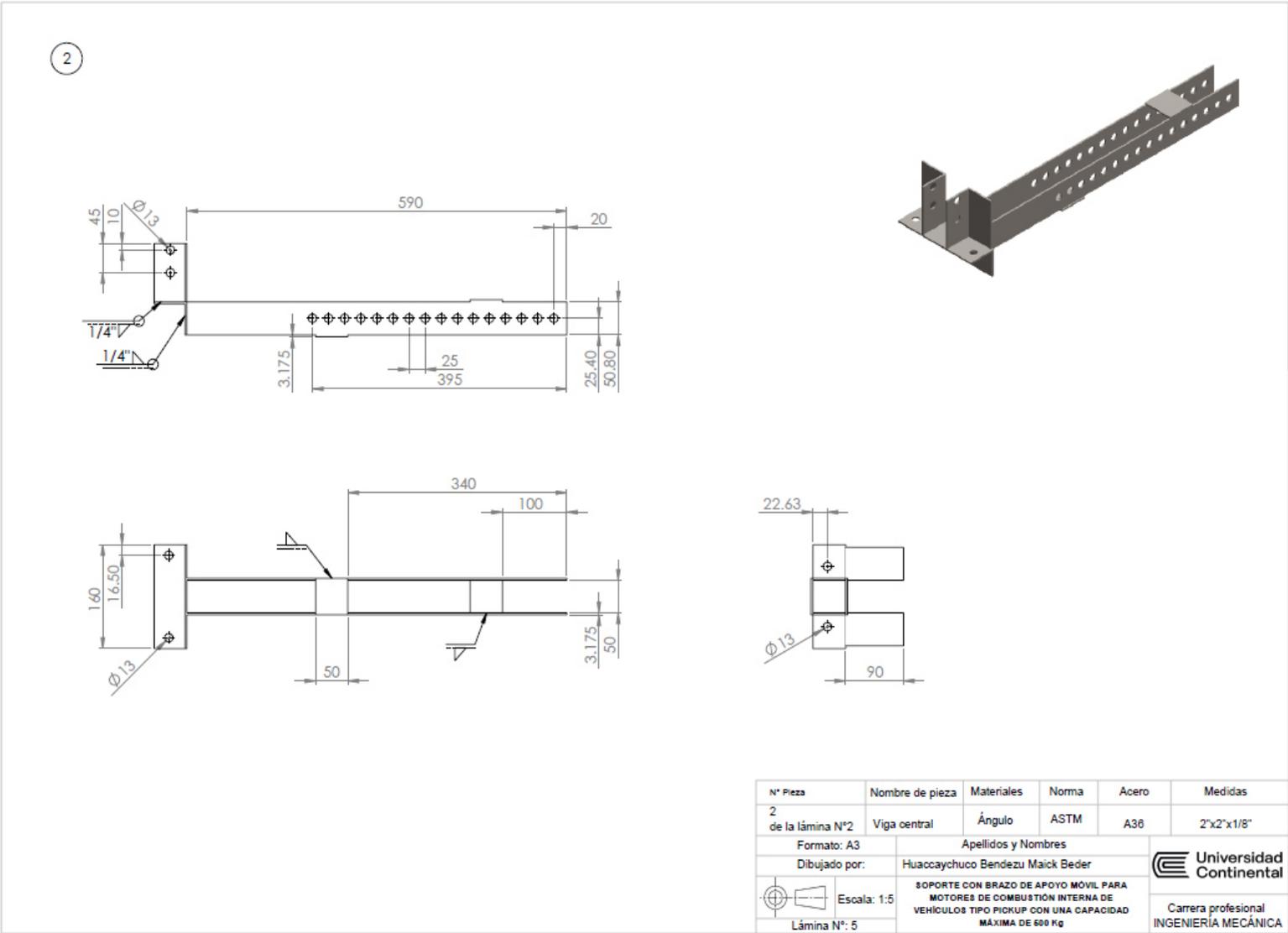
Anexo 3: Columna principal de Soporte Motor



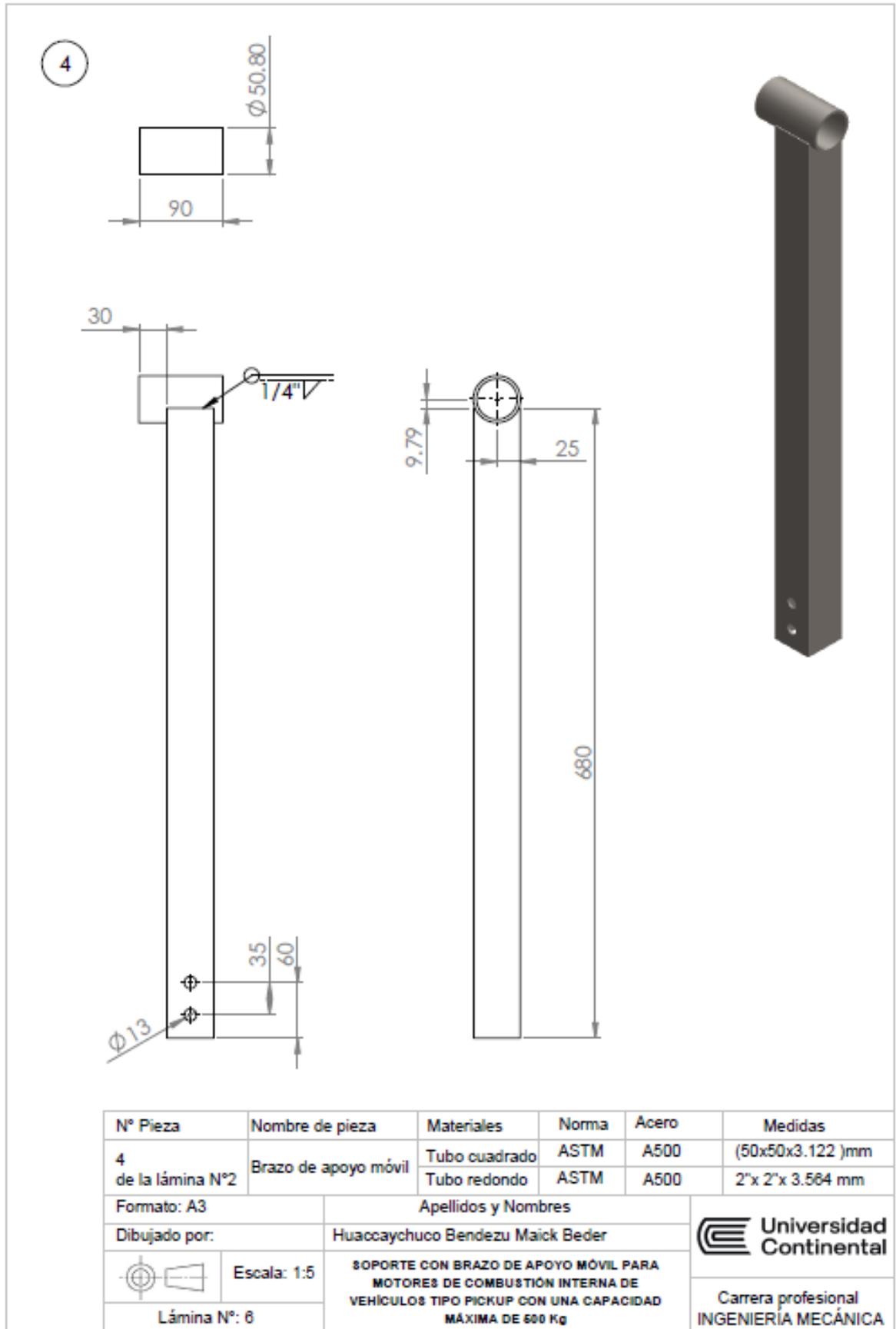
Anexo 4: Vigas del Soporte Motor



Anexo 5: Viga central de Soporte Motor

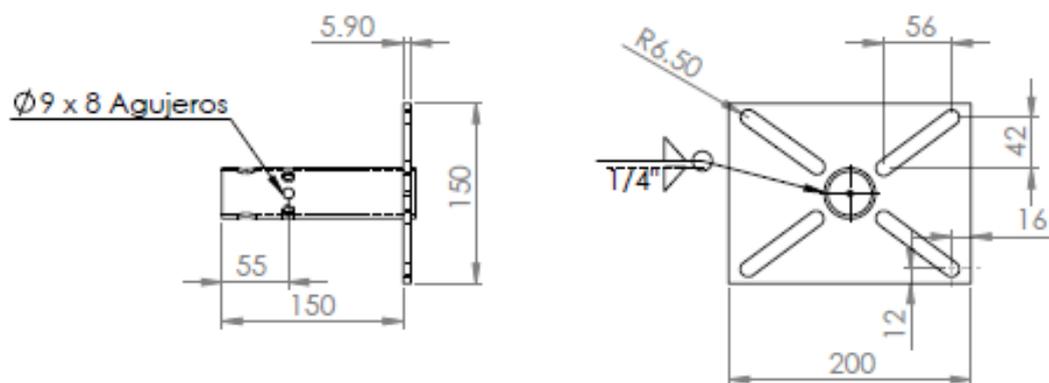
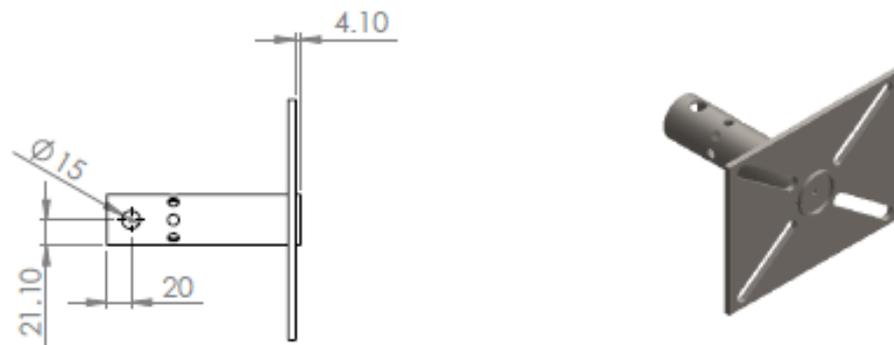


Anexo 6: Brazo de apoyo móvil de Soporte Motor



Anexo 7: Garra primaria de Soporte Motor

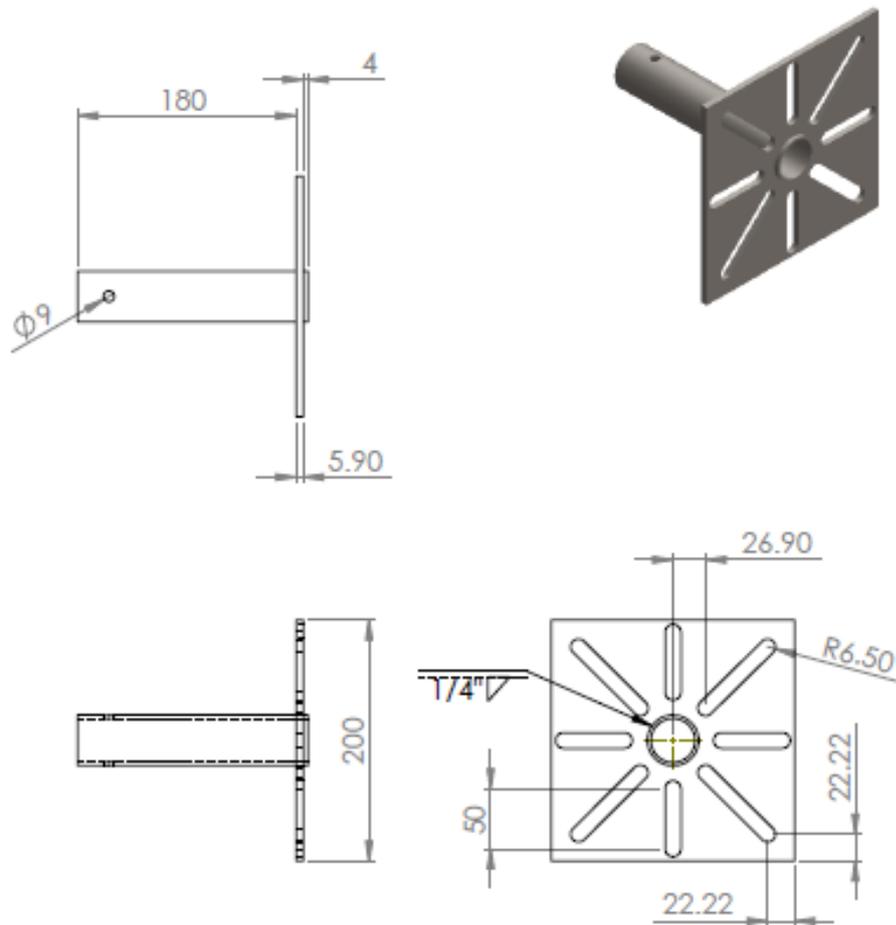
5



N° Pieza	Nombre de pieza	Materiales	Norma	Acero	Medidas
5 de la lámina N°2	Garra primaria	Placa	ASTM	A36	(5.9 x 1,200 x 2,400)mm
		Tubo redondo	ASTM	A500	2"x 2"x 3.564 mm
Formato: A4		Apellidos y Nombres			
Dibujado por:		Huaccaychuco Bendezu Maick Beder			
Escala: 1:5		SOPORTE CON BRAZO DE APOYO MÓVIL PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DE VEHÍCULOS TIPO PICKUP CON UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE 600 Kg			
Lámina N°: 7					
				 Universidad Continental Carrera profesional INGENIERÍA MECÁNICA	

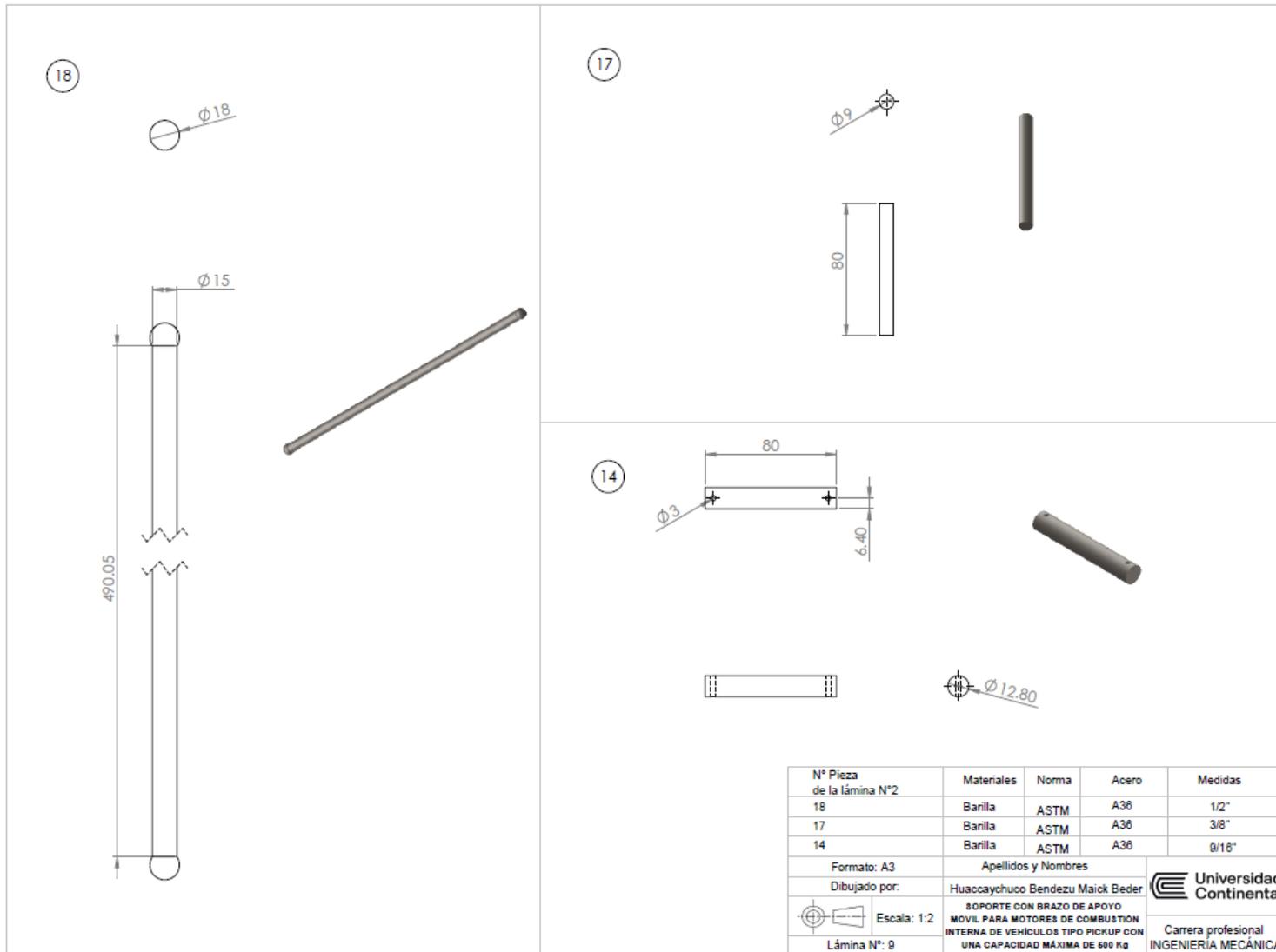
Anexo 8: Garra secundaria de Soporte Motor

6



N° Pieza	Nombre de pieza	Materiales	Norma	Acero	Medidas
6 de la lámina N°2	Garra primaria	Placa	ASTM	A36	(5.9 x 1,200 x 2,400)mm
		Tubo redondo	ASTM	A500	2"x 2"x 3.564 mm
Formato: A4		Apellidos y Nombres			
Dibujado por:		Huaccaychuco Bendezu Maick Beder			
Escala: 1:5		SOPORTE CON BRAZO DE APOYO MÓVIL PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DE VEHÍCULOS TIPO PICKUP CON UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE 600 Kg			
Lámina N°: 8					
		 Universidad Continental Carrera profesional INGENIERÍA MECÁNICA			

Anexo 9: Pasador, palanca y pin de Soporte Motor



Anexo 10: Sujesor de Soporte Motor

