



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA**

“Diseño de banco de pruebas para motor Chevrolet Tracker de 138 hp para mejorar la productividad de la empresa General Motors - Cajamarca”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTOR:**

Br. Briones Saucedo, Edwin Samuel (ORCID: 0000-0002-09607-7269)

**ASESOR:**

Mg. Díaz Rubio, Deciderio Enrique (ORCID: 0000-0001-5900-2260)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

**Chiclayo-Perú**

**2019**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo principalmente a Dios nuestro creador, por haberme dado la vida y haber permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional, a mis padres, mi hija y hermanos por su incondicional apoyo.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho posible que el presente trabajo se realice con normalidad y éxito en especial a aquellas personas que me facilitaron información y compartieron sus conocimientos para poder culminar con el presente trabajo.

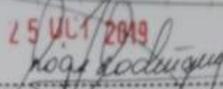
**El Autor**

## **Agradecimiento**

Las oportunidades de mi crecimiento profesional y personal, siempre estuvo acompañada por la presencia de muchas personas que de alguna manera han aportado en el transcurso de mi vida; es por eso que doy gracias a mis adorados padres, que han aportado virtudes y valores para lograr mis metas a lo largo de mi formación personal y académica, a mi hija Fabiana por ser el motor y motivo en mi día a día , a mis hermanos por su apoyo incondicional y que también son parte de mi formación tanto personal como profesional a lo largo de mi vida.

**Edwin Briones**

## Página del jurado

El Fedatario de la Universidad César Vallejo DA FE: Que es copia fiel del documento original	
Chiclayo, <b>25 JUL 2019</b>	
	
Dr. Roger A. Rodriguez Ravelo FEDATARIO	

**ACTA DE SUSTENTACIÓN**

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 09:30 horas del miércoles, 02 de octubre de 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Carrera Profesional N° 0142-2019-UCV-CPIME, de fecha 23 de setiembre, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis "DISEÑO DE BANCO DE PRUEBAS PARA MOTOR CHEVROLET TRACKER DE 138 HP PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA GENERAL MOTORS - CAJAMARCA", presentada por el Bach. BRIONES SAUCEDO, EDWIN SAMUEL con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Mecánico Electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

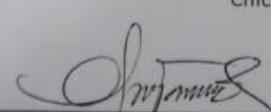
- **Presidente** : Mgtr. Dante Omar Panta Carranza
- **Secretario** : Mgtr. Deciderio Enrique Díaz Rubio
- **Vocal** : Dr. Daniel Carranza Montenegro

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

Aprobado por mayoría.

Siendo las 09:55 horas del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 02 de octubre de 2019

  
Mgtr. Dante Omar Panta Carranza  
**Presidente**

  
Mgtr. Deciderio Enrique Díaz Rubio  
**Secretario**

  
Dr. Daniel Carranza Montenegro  
**Vocal**

## Declaratoria de autenticidad



YO, Edwin Samuel Briones Saucedo, de la escuela de ingeniería mecánica eléctrica, de la Universidad Cesar Vallejo, Filial Chiclayo; declaro que el trabajo académico titulado: "Diseño de banco de pruebas para motor Chevrolet Tracker de 138 hp para mejorar la productividad de la empresa General Motors - Cajamarca", presentado para la obtención del título profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica es de mi autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

- He mencionado todas fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes, de acuerdo con lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresamente señaladas en este trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.
- De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinen el procedimiento disciplinario.

Chiclayo, 23 de Octubre del 2019

Edwin Samuel Briones Saucedo

DNI: 41173353

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	vi
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Realidad Problemática.....</b>	<b>1</b>
1.1.1. A nivel internacional .....	1
1.1.2. A nivel nacional .....	2
1.1.3. A nivel local.....	3
<b>1.2. Antecedentes .....</b>	<b>4</b>
1.2.1. A nivel internacional .....	4
1.2.2. Nacionales .....	5
1.2.3. Locales .....	5
<b>1.3. Bases Teóricas.....</b>	<b>6</b>
1.3.1. Diseño en Ingeniería.....	6
1.3.2. Banco de Pruebas .....	8
1.3.3. Productividad .....	12
1.3.4. Distintos tipos de frenos dinámicos .....	14
1.3.5. El ensayo y su marcha.....	21
<b>1.4. Formulación del Problema .....</b>	<b>22</b>
<b>1.5. Justificación del Estudio .....</b>	<b>22</b>
1.5.1. Justificación Económica .....	22
1.5.2. Justificación Social .....	22
1.5.3. Justificación Medioambiental .....	22
<b>1.6. Hipótesis .....</b>	<b>22</b>
<b>1.7. Objetivos .....</b>	<b>23</b>
1.7.1. Objetivo General .....	23
1.7.2. Objetivo Específico.....	23
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>24</b>
<b>2.1. Diseño de Investigación.....</b>	<b>24</b>
2.1.1. Según su Propósito .....	24

2.1.2.	Según su Investigación .....	24
2.2.	Variables, Operacionalización .....	24
2.2.1.	Variable Independiente.....	24
2.2.2.	Variable Dependiente.....	24
2.2.3.	Operacionalización de Variables .....	24
2.3.	Población y Muestra.....	25
2.3.1.	Población .....	25
2.3.2.	Muestra .....	25
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	25
2.4.1.	Técnicas de recolección de datos.....	25
2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	25
2.5.	Métodos de análisis de datos .....	25
2.6.	Aspectos Éticos .....	26
III.	RESULTADOS.....	27
3.1.	Identificar y seleccionar las principales partes para el funcionamiento de un banco de pruebas para un motor a gasolina .....	27
3.1.1.	Selección del dinamómetro .....	28
3.1.2.	Diseño y selección del sistema de enfriamiento.....	29
3.1.3.	Esquema y selección del sistema de escape .....	34
3.1.4.	Sistema de Alimentación.....	35
3.1.5.	Simular el comportamiento estructural del banco de pruebas diseñado para el motor Chevrolet Tracker de 138hp, mediante software Solidworks .....	36
IV.	DISCUSIÓN.....	42
V.	CONCLUSIONES.....	43
VI.	RECOMENDACIONES .....	44
VII.	REFERENCIAS .....	45
	ANEXOS .....	49
	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....	71
	REPORTE TURNITIN .....	72
	AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN..	74

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Fases del Proceso de Diseño .....	6
Ilustración 2. Responsabilidades del Ingeniero de Diseño .....	8
Ilustración 3. Equipo de ensayo (Scribd, 2017).....	9
Ilustración 4. Ejemplo de un Banco de Prueba de Chasis .....	11
Ilustración 5. Banco de ensayos de motores en donde está acoplado de forma directo al eje .....	12
Ilustración 6. Esquema de la Productividad .....	13
Ilustración 7. Ciclo de la Productividad .....	14
Ilustración 8. Funcionamiento del freno Hidráulico.....	15
Ilustración 9. Circuito Hidráulico .....	16
Ilustración 10. Movimiento vertical de la balanza .....	17
Ilustración 11. Curvas de variación de los frenos hidráulicos .....	18
Ilustración 12. Curva de potencia del motor.....	18
Ilustración 13. Funcionamiento del freno dinamoeléctricos .....	19
Ilustración 14. Dinamómetro DT-200 .....	28
Ilustración 15. Dinamómetro DT-200 .....	29
Ilustración 16. Diagrama del sistema de enfriamiento del motor.....	30
Ilustración 17. Ventilador VXF, modelo 21 .....	32
Ilustración 18. Modelo de ventilador XVF.....	33
Ilustración 19. Esquema sistema de escape .....	34
Ilustración 20. Manguera AVX 100 .....	35
Ilustración 21. Diámetros me mangueras AVX.....	35
Ilustración 22. Tubería Parker 221FR-10 .....	35
Ilustración 23. Diámetros de tuberías parker .....	36
Ilustración 24. Base del diseño .....	37
Ilustración 25. Mallado banco de pruebas .....	37
Ilustración 26. Análisis de esfuerzo mediante la teoría de Von Mises.....	38
Ilustración 27. Análisis del desplazamiento mediante la teoría de Von Mises .....	38
Ilustración 28. Análisis de factor de seguridad mediante la teoría de Von Mises.....	39

## Índice de Tablas

Tabla 1. Presupuesto de fabricación del banco de pruebas .....	40
Tabla 2. Retorno de inversión del Proyecto .....	41

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo principal el diseño de un banco de pruebas como una propuesta de cómo adelantarnos a problemas en el proceso de trabajo y reparación de motores en la empresa General Motors, este análisis será sustentado mediante análisis estructural y el método de elementos finitos.

En el primer capítulo vamos a mencionar y compartir la realidad problemática en la cual nos encontramos inmersos en la ciudad de Cajamarca con respecto a este tipo de banco de ensayos, puesto que, si bien somos una ciudad con mucha inversión del extranjero, no contamos con tesis o tecnologías que puedan apoyar el trabajo adecuado que estamos realizando, además de invertir tiempo en encontrar fallas de una manera empírica desfasadas.

En el segundo capítulo damos alcances acerca de los fundamentos teóricos que rigen el diseño en estructuras, partiendo desde la necesidad del cliente hasta la generación de la idea final. Además, explicamos los conceptos generales de un banco de pruebas y sus componentes, siendo crucial en estos conceptos entender que no solo se debe de tener en cuenta los esfuerzos que se produzcan en la estructura, sino realizar un adecuado análisis de elementos finitos que nos permitan hacer referencia a la realidad.

En el capítulo tres vamos a mostrar la selección de los principales componentes que conforman un banco de pruebas, además de su cálculo técnico económico. Vamos también a realizar un cálculo de esfuerzos de von mises máximos en la estructura, las deformaciones producidas por la operación y vamos a hallar el factor de seguridad para nuestro diseño, el cual siempre debe de ser mayor a 1, con lo cual lograremos determinar que nuestro diseño es adecuado.

En el capítulo final vamos a presentar las conclusiones a las cuales llegamos en el presente proyecto, y demostramos que mediante la aplicación de teorías adecuadas podemos tener mayor eficiencia en los mantenimientos de los motores Chevrolet Tracker.

Palabras Claves: Motores, Banco De Pruebas, Diseño Electromecánico

## **ABSTRACT**

This thesis has as main objective the design of a test bench as a proposal of how to anticipate problems in the process of work and repair of engines in General Motors, this analysis will be supported by structural analysis and finite element method.

In the first chapter we will mention and share the problematic reality in which we are immersed in the city of Cajamarca with respect to this type of test bank, since although we are a city with a lot of investment from abroad, we do not have a thesis or technologies that can support the adequate work we are doing, in addition to investing time in finding faults in an empirical way out of date.

In the second chapter we give scopes about the theoretical foundations that govern the design in structures, starting from the need of the client until the generation of the final idea. In addition, we explain the general concepts of a test bank and its components, being crucial in these concepts to understand that not only must be taken into account the efforts that occur in the structure, but perform an adequate analysis of finite elements that allow us make reference to reality

In chapter three we will show the selection of the main components that make up a test bank, in addition to its technical economic calculation. We are also going to make a calculation of maximum von mises stresses in the structure, the deformations produced by the operation and we will find the safety factor for our design, which must always be greater than 1, with which we will be able to determine that our design is adequate.

In the final chapter we are going to present the conclusions to which we arrived in the present project, and we demonstrated that by means of the application of adequate theories we can have greater efficiency in the maintenance of the Chevrolet Tracker engines.

**Keywords: Motors, Test Bench, Electromechanical Design**

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

#### **1.1.1. A nivel internacional**

##### **MÉXICO**

El principal problema que se está suscitando en nuestro planeta es el medioambiental, el cual está presente y no puede ser eliminado; pero no quiere decir que no podamos mitigarlo mediante controles de ingeniería que nos permita reducir las emisiones de gases contaminantes. BBC dice “están contaminando ciudades y causando toda clase de problemas de salud”, el dióxido de carbono es particularmente nocivo, y es uno de los principales causantes de daños a la salud, esto se agrava debido a que las personas retiran los filtros originales de atrapamiento de hollín y como consecuencia el daño de la capa de ozono. Todo ello se podría evitar si nos preocupamos por desarrollar equipos que nos permitan realizar evaluaciones periódicas con el fin de prevenir problemas al ambiente y a la salud. (Anderson, 2015, p. 1)

##### **VENEZUELA**

Los motores de combustión interna no solo sirven para la operación de automóviles, sino también para la generación de electricidad en casa y en aplicaciones industriales; y dentro de la problemática del estudio de éstos encontramos un gran vacío en las mentes de los nuevos ingenieros mecánicos, que carecen de conocimiento en esta materia y no pueden desarrollar tecnologías eficientes al no entender el comportamiento de los motores de combustión interna. Si brindamos mayor entrenamiento a nuestros ingenieros en materia de motores, podremos entender que ellos son indispensables para el desarrollo de nuestra sociedad, pero que necesitan de manera urgente que generemos tecnología y desarrollemos investigaciones en cómo hacer más eficientes, uno de los caminos en la generación de bancos de ensayos que permitan predecir el comportamiento luego de los mantenimientos que les damos ya sea en un concesionario o en un centro de mecánica local. (Fygueroa, 2008, p. 11)

## **GUATEMALA**

Los bancos de pruebas en las instalaciones si bien es cierto nos sirven para evaluar y medir las prestaciones de los motores y cómo están funcionando según condiciones de máxima carga, pueden ser usados también para la evaluación de prototipos y la determinación de sus parámetros fundamentales, que serán necesarios para su futura fabricación en masa. Uno de los inconvenientes que tenemos que tener en mente es que, el aumento de los regímenes de trabajo y rotación conlleva a la selección de diversos tipos de frenos según características de operación. Si logramos la correcta selección de sus dispositivos entonces podremos realizar una buena estimación del funcionamiento de los motores en análisis. (p.29)

Podemos decir que los motores son máquinas complejas que trabajan en operaciones y funcionan de diversas maneras, por otro lado, es de gran importancia analizar previamente en qué condiciones puede hacerle mejoras.

Comprender sobre que se basa sus funciones de estos motores y poder ver la limitación en su diseño que nos permita entender cuál es el punto máximo del mismo, que tipo de problemas existen, esto nos lleva a prolongar la vida útil y aumentar su performance. (Gálvez, 2013, p. 129)

### **1.1.2. A nivel nacional**

## **LIMA**

En Perú venimos invirtiendo en tecnologías cada vez más eficientes, pero ello no quiere decir que tengamos que abandonar o desechar aquellos equipos o máquinas con las cuales contamos, sino que debemos de establecer buenos planes para su adecuado mantenimiento y puesta en marcha sobre todo del elemento más fundamental de la operación “el motor”. La fuerza armada viene operando aviones *Antonov AN – 32* desde el año 1987, los cuales durante la operación llegan a presentar diversas fallas que nos obligan a inspeccionarlos y verificar sus características de funcionamiento en bancos de pruebas, que mediante un plan de pruebas llamado Condición-Vigilancia permite llegar a los equipos hasta las 3000 horas de funcionamiento, y en base a ello se programan los overhaules. Una vez que el mantenimiento total ha concluido, entonces debemos operar a máxima carga los motores para así evaluar los parámetros de funcionamiento de éstos, es por ello que

se utilizan los bancos de pruebas para evaluación y post corrección de evidencias encontradas. (Garces, 2010, p. 14)

El desarrollo de investigaciones en bancos de pruebas en nuestro país comienza a extenderse, puesto que se están brindando mayores inquietudes al no solo desarrollarlos para motores de combustión interna, sino también para turbinas; donde el procedimiento de cálculo es muy similar y se basa en determinar los parámetros óptimos de funcionamiento según el tipo de trabajo. Por ejemplo, para turbinas Miche Banki, el banco de pruebas a desarrollar nos permitirá visualizar el proceso en que la energía se transforma, nos permite además determinas las locaciones de aplicación de este tipo de turbina hidráulica, nos permite obtener curvas de funcionamiento y determinar el comportamiento de estas curvas. (EGUSQUIZA, y otros, 2009, p. 2)

### **1.1.3. A nivel local**

#### **CAJAMARCA**

El desarrollo de estas tecnologías en la localidad no se está dando, y ello es debido al poco interés que tienen los estudiantes en proyectos que sean retos y lleven consigo una investigación profunda de la ingeniería mecánica. Además, se debe de contar con empresas que tengan la capacidad y apertura para realizar inversiones que materialicen los proyectos de investigación.

En General Motors sede Cajamarca, tenemos un gran equipo logístico y contamos con equipos que permitan el óptimo funcionamiento de los vehículos que ingresan para mantenimientos, pero el contar con personal calificado no es suficiente, siempre debemos de buscar los mayores estándares de calidad y ello se logra invirtiendo en tecnologías de punta buscando a su vez que los costos de las mismas no impacten en la rentabilidad de la empresa, el presente proyecto trata de ello, de brindar un diseño innovador y que no incurra en gastos innecesarios para su fabricación, además contamos con mano de obra calificada que puede encargarse del armado y ejecución del proyecto (Elaboración propia)

## **1.2. Antecedentes**

### **1.2.1. A nivel internacional**

#### **VENEZUELA**

González (2011), presento un trabajo de investigación llamado donde diseñaba motores de autos para ensayos, en la Universidad Simón Bolívar, estudió y analizó e implementó un banco de ensayos para diversos motores en la empresa Servicios Pan Americano de Protección. Existieron diversas fases, la primera fue totalmente investigativa, es decir se estudió todo referente a pruebas y reparaciones de motores existentes en la empresa. Luego de este análisis se decide la necesidad de un equipo de ensayos ensamblado en forma directa al eje. Una vez identificado el equipo de ensayo adecuado nos indica las características de diseño de trabajo. Este trabajo nos brinda 06 sistemas bandera, que son el de refrigeración, potencia, escape, combustible soporte y controlador (p. 12-13). En conclusión, determinamos la necesidad de construir para conveniencia de la empresa, ya que el diseñado tendrá menos impacto económico que el comercial. (p. 108)

#### **GUATEMALA**

Gálvez (2013), en su trabajo de investigación que se basa a diseñar un sistema para ensayos de motores CI de la universidad en Guatemala; plantea diseñar un equipo de ensayo para pruebas en motores de 04 ciclos como mejora en el funcionamiento de éstos. Es por ello, que se realizaron diversos estudios en los procesos y característica de los motores; obteniendo así un método de gran importancia para los operadores de mecánica, supervisores o controladores. Es así que, los trabajos de reacondicionar los motores de ciclo Otto aumentarán considerablemente su eficiencia, obteniendo así lo requerido por el cliente (p. 29-33). En conclusión, el uso de un banco de ensayos para este tipo de estudios ya definidos determina situaciones de trabajo ideal para la operación, lo que conlleva a la obtención de rendimientos muchos mayores, minimizaremos el consumo de combustible y con ello contribuiremos a contaminar en menor cantidad a nuestro ambiente. (p. 135-136)

## **1.2.2. Nacionales**

### **LIMA**

Egúsquiza (2009), en su trabajo de investigación donde también diseñaron un banco de ensayos, pero esta vez relacionado a la turbina Michele.Banki, en la universidad Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú; nos da un alcance económico y cambiante de un equipo de ensayo que lleva consigo un turbina hidráulica Michele Banki, que a su vez nos muestra una idea del funcionamiento de una central hidroeléctrica de dimensiones menores, abarca el funcionamiento y operación de un sistema que aprovecha a su vez el salto hidráulico de una bomba centrífuga, además de seleccionar los dispositivos que controlan la operación y registran los parámetros y procedimientos de ensayo, así como la evaluación de los mismo (p. 2). En resumen, definimos parámetros que permitan la selección de manera óptima de la bomba centrífuga, dimensionamiento de la carcasa, diseño del rotor, la inversión para la construcción de este proyecto y a su vez el montaje del equipo de ensayo conlleva un valor de \$ 27,742.00. (p. 180-181)

## **1.2.3. Locales**

Nosotros como Cajamarquinos debemos realizar investigaciones relacionadas a un banco de pruebas de motores a gasolina, lo cual me motiva a realizar el presente proyecto, el cual pueda servir de aporte a las empresas del rubro automotriz en esta ciudad.

### 1.3. Bases Teóricas

#### 1.3.1. Diseño en Ingeniería

El diseño es la formulación de un plan para resolver un problema o satisfacer una necesidad, éste debe ser altamente iterativo e innovador. Un modelador ingeniero debe estar seguro cuando ejerza la parte de tomar decisiones y solución de problemas.

Como consecuencia, según Budynas (2008); la ingeniería de diseño conlleva en su formación muchas áreas que forman parte de la ingeniería mecánica, ya que ellas se relacionan con el procesamiento y producción de energía, además aportan suministros de recursos a la producción, así como equipos para automatización y transporte. (BUDYNAS, 2008 pág. 5)

##### 1.3.1.1. Fases del diseño

Estas fases llevan como punto de inicio la identificación de la necesidad del cliente o la necesidad de querer solucionar un problema, y como punto de fin dar alcance de una planificación para la satisfacción correspondiente.

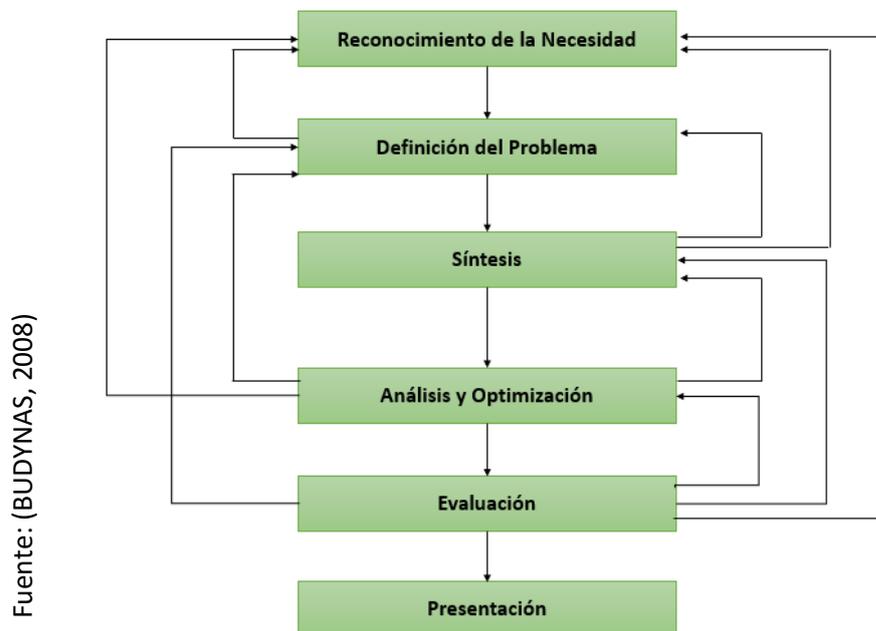


Ilustración 1. Fases del Proceso de Diseño

### **1.3.1.2. Consideraciones del Diseño**

En el proceso se requieren ciertas características que influyan en el diseño del elemento. (BUDYNAS, 2008 pág. 8)

- Funcionalidad
- Resistencia/Esfuerzo
- Distorsión/Deflexión/ Rigidez
- Desgaste
- Corrosión
- Seguridad
- Confiabilidad
- Manufacturabilidad
- Utilidad
- Costo
- Fricción
- Peso
- Vida
- Ruido
- Estilo
- Forma
- Tamaño
- Control
- Características termodinámicas
- Comercio
- Cantidad de materia
- Términos legales
- Reciclaje

### **1.3.1.3. Responsabilidades del Ingeniero de Diseño**

Se deben desarrollar ciertos pasos para obtener un enfoque sistemático en el problema del diseño, el cual brindará apoyo a la organización de una manera de procesar y dar solución.

Fuente: (BUDYNAS, 2008)

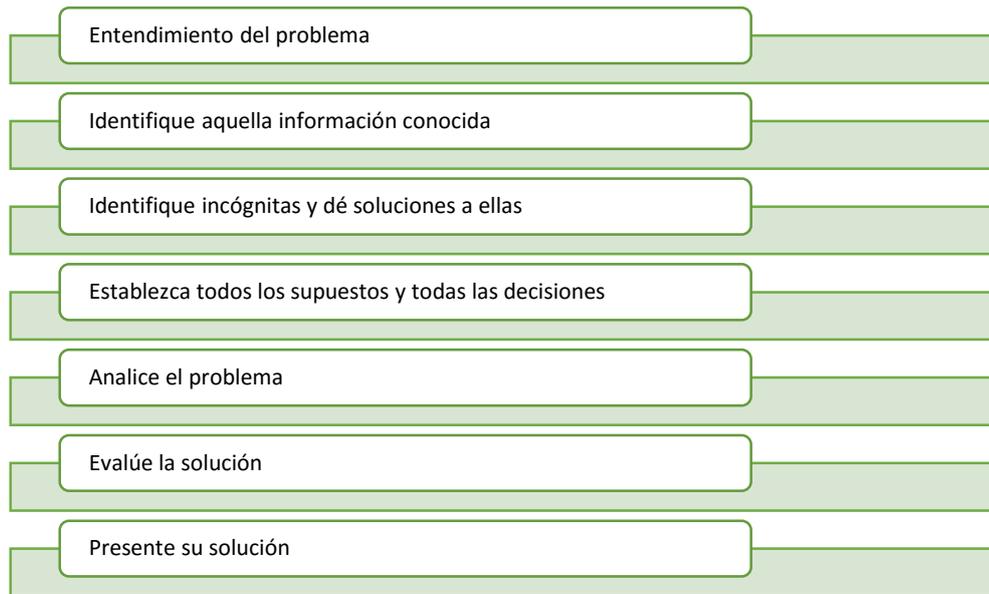


Ilustración 2. Responsabilidades del Ingeniero de Diseño

### 1.3.2. Banco de Pruebas

Llevan como definición ser un escenario poder experimentar trabajos dados en relación a un banco, ya que estos sirven para comprobar transparentemente las posibles teorías ante la solución de un problema. (WIKIPEDIA, 2018,parr.2)

Es decir, es un módulo manejado con el objetivo de medir y estudiar las características de operación tales como torque, potencia, consumo de combustible y velocidad angular. (HERNANDEZ, 2011 pág. 6)

#### 1.3.2.1. Banco de Pruebas para Motores

Asimismo, estos equipos de ensayo de motores se utilizan en la investigación y desarrollo, así como para la inspección final de la línea de la fabricación o para su reparación, es por eso, que estos bancos de pruebas para los motores eléctricos, hidráulicos o de combustión son cada vez más exigentes.

Según Vulkan; estos motores son cada vez más potentes y ligeros debido a la reducción de peso. Además, según los últimos requisitos de la reducción de CO2 de los motores de combustión se están planteando nuevos desafíos para los desarrolladores de motores y aumenten la capacidad de pruebas adicionales. (VULKAN, 2016, párr.2)

Del mismo modo, podemos decir que un equipo para pruebas para máquinas es una forma de ver realizado un sin número de estimaciones para los motores, cuyo objeto es el de estudiar las características halladas para el funcionamiento. Dentro de su uso principal de estos equipos para ensayos los encontramos en plantas o talleres que tienen una dedicación especial a la reparación de motores, que evalúan el comportamiento de los mismos y sus prestaciones de trabajo a máxima carga. Asimismo, son utilizados por lo general también en talleres cuyo objetivo es la puesta en marcha y reparación de otros tipos de motores, las pruebas sirven para determinar la correcta operación de estos antes de su instalación en el equipo. Estos equipos son muy útiles no solo para fabricantes de vehículos sino para la industria en general.

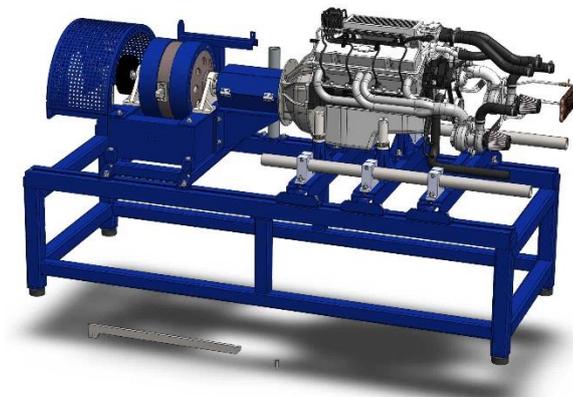


Ilustración 3. Equipo de ensayo (Scribd, 2017)

#### **1.3.2.1.1. Procedimiento para la operación del equipo**

(Escuela Universitaria Politécnica de Donostia, 2015 pág. 12) Para el ensayo de un motor debe instalarse en un equipo de pruebas. El cual contiene las siguientes partes:

- 1) Una base de un material que absorba vibraciones, producto de la normal operación del motor al existir fuerzas inerciales que no están en equilibrio y que conllevar a torque como resultado.
- 2) Estructura de soporte.
- 3) Dispositivos de fijación del motor a la estructura de soporte, además de permitir la regulación de altura y alineamiento con el dispositivo de freno.
- 4) Dispositivo dinamométrico para absorción de potencia mecánica, este dispositivo debe de ofrecer resistencia a las RPM de giro, y a su vez debe de llevar instalado un torquímetro independiente.

- 5) Una transmisión, para permitir la conexión entre el motor y el respectivo freno, a su vez debe ser capaz de absorber desalineaciones.
- 6) Sistema de combustible, proporciona el mismo al motor y debe contener un sensor de consumo.
- 7) Sistema de enfriamiento
- 8) Sistemas para refrigerar el aceite
- 9) Líneas de refrigerante
- 10) Sistemas de expulsión de gases de combustión.
- 11) Ductos para ventilar dada la radiación emitida por el calor del motor es que debemos evitarla al producir temperaturas elevadas. Una de las maneras es usar ventiladores de diversos tipos.

#### **1.3.2.1.2. Clasificación de los bancos de ensayos para motores de 04 tiempos**

Podemos clasificar desde dos puntos de vista a los bancos de ensayos: Teniendo en cuenta en donde medimos torque y potencia; y teniendo en cuenta el principio de toma de medidas de parámetros.

a) **De acuerdo y en donde medimos el torque y la potencia, es que podemos clasificar los dinamómetros en:**

- Chasis: es el dinamómetro cuyo funcionamiento de basa en la toma de medidas de torque y potencia en los neumáticos del automóvil. Para realizar estas acciones, normalmente utilizamos un puente tipo plataforma que está constituido de rodamientos móviles en donde queremos medir el torque. El automóvil entra al puente en donde vamos a realizar el procedimiento y, para luego posicionarlo para que los neumáticos transmitan la potencia que debe quedar sobre los rodamientos, del mismo modo se instalan dispositivos de seguridad para evitar que auto deje su posición de reposo. Luego de esto, el vehículo es encendido y acelerado, los neumáticos mueven los rodamientos y la potencia es transmitida desde los rodamientos hacia el freno de dinamómetro instalado, el cual está encargado de mitigar la potencia. Después con este procedimiento, mediante un conjunto de sensores instalados en el freno de dinamómetro y en otras ubicaciones determinadas en el vehículo con el fin de obtener los resultados que nos muestran los parámetros característicos del motor y sus componentes del tren de potencia, para obtener mayor exactitud de resultados. (GONZALES, 2006 pág. 9)

Fuente: (GONZALES, 2006)



*Ilustración 4. Ejemplo de un Banco de Prueba de Chasis*

- **Freno de dinamómetro directamente acoplado al eje:** Su mecanismo de operación se basa en la toma de medidas de potencia y torque en la salida del eje del equipo, así es como se evitan las disminuciones de potencia por contacto que existe entre las partes mencionadas en el anterior caso.

Este tipo de banco de ensayos consta de una base en la cual se debe colocar el equipo para ser manipulado. Dichas bases deberían estar en la capacidad de aguantar y resistir las vibraciones del tipo mecánicas que se producen por la operación del equipo, este tipo además podría ser diseñado para uno o varios tipos de motor. La potencia es transmitida desde el eje hacia el freno de dinamómetro por medio de acople flexible para mitigar los inconvenientes en el alineamiento y las vibraciones que se producen en dicho equipo.

Dado que el motor está externo al vehículo en este caso, toma importancia proveer a éste una cadena de recursos que son indispensables para su operación, como, por ejemplo: refrigeración, escape de gases, inyección electrónica, su correspondiente sistema de admisión de combustible, el conocido encendido del motor, y otros más. Lo cual conlleva a pensar que el montaje y preparación del motor en el equipo es más complicado. (GONZALES, 2006 pág. 11)



*Ilustración 5. Banco de ensayos de motores en donde está acoplado de forma directo al eje.*

#### **b) Mediante medición, principio relación con torque y potencia**

- **Inercial:** Se basa en el acople del eje del motor a una rueda de inercia superior para medir el cambio de rapidez de giro en torno al tiempo, este examen se realizar en un régimen cambiante entre la rapidez máxima y mínima del motor. A partir de este punto podremos encontrar la gráfica de la aceleración radial en torno de la rapidez de giro, y con ello revisar el momento inercial de la rueda para obtener la potencia y par motor en torno a la rapidez de giro estudiada.
- **De absorción:** Toma importancia ya que acopla el eje motor o transmisión a un elemento que mitiga la potencia de este. El par motor y la potencia al frenado es medido en torno al comportamiento de la energía que se disipa. Con ello el equipo mantiene en funcionamiento el motor en régimen estable en cualquier condición de contorno. (Tapia, 2017 pág. 4)

#### **1.3.3. Productividad**

Definimos productividad como una manera de utilizar los términos de producción en la producción de servicios y bienes para nuestro entorno, ello lo que está buscando es la mejora de la eficiencia con la que tenemos que usar los recursos. Además, se considera como un target estratégico para los equipos productivos de la empresa, dado que sin éste los servicios que brindamos no alcanzarían los niveles de competencia que son muy necesarios en nuestra actualidad (MEDINA, 2010 pág. 102)

Fuente: (I-CREO, 2014)



Ilustración 6. Esquema de la Productividad

También podemos decir que la producción tiene correlación entre el número de bienes y servicios que producimos con el número de recursos que utilizamos. Por lo general, esta productividad tiene relación con los elementos fabricados, puesto que su cálculo matemático se halla dividiendo el producto total entre el tiempo que empleamos para realizar la tarea, o entre el número de recursos asignados y del mismo grupo ( $\frac{\text{Producto}}{\text{máquina}}$  o  $\frac{\text{Producto}}{HH}$ ) (Emprende Pyme, 2016 pág. 21)

### 1.3.3.1. Ciclo de la Productividad

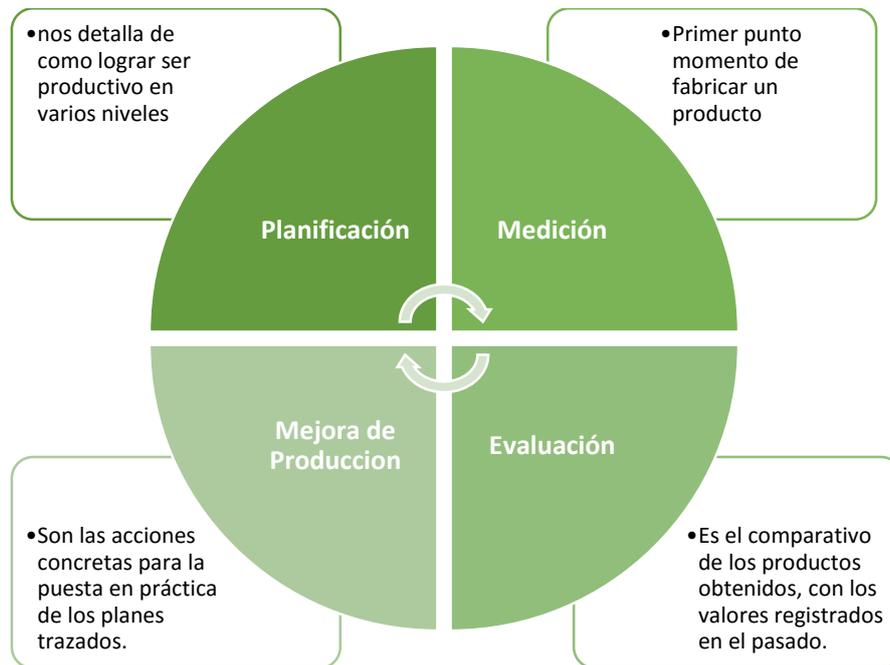


Ilustración 7. Ciclo de la Productividad

### 1.3.3.2. Factores que afectan la Productividad

I-Creo (2014), menciona que se agrupan en las siguientes categorías:

- **Inversión:** los presupuestos toman un papel fundamental para la producción de la empresa. En ellas, la adquisición de materiales y máquinas y ello está en torno al comportamiento del mercado.
- **Investigación y desarrollo:** toman importancia debido a que la implementación de procedimientos nuevos e instalación de equipos permitirán aumentar la producción y utilizar menos recursos.
- **Reglamentación gubernamental:** En la década pasada se aumentó la cantidad de regulaciones legales, desencadenando costos fuera de presupuesto que afectaban a la utilidad de la empresa.
- **Mano de obra:** la producción de la empresa depende en forma muy importante de ello, dado que con los recursos humanos desarrollamos el proceso, y es en torno a ello y su desarrollo que medimos la producción de la empresa.

### 1.3.4. Distintos tipos de frenos dinamométricos

Como vimos el anterior dispositivo era prácticamente inutilizable (Freno de Prony), a continuación, citaremos una lista de los frenos más usados en nuestra actualidad:

- Hidráulicos
- Eléctricos
  - Dinamo - eléctricos
  - Corrientes parásitas
- Aerodinámicos, ya se utilizan actualmente. Fueron usados en ensayos de motores de aviación.

#### 1.3.4.1.Frenos Hidráulicos

Este es el llamado *Freno de Froude*, que tiene el siguiente funcionamiento de trabajo:

Consta de un tambor sólido con cavidades en ambos extremos, está acoplado al motor que deseamos medir y rota. Una carcasa que rodea el disco, pero no lleva conexión directa a ella, cuenta con otras cavidades en las caras internas, además la estructura que envuelve al rotor tiene posibilidades de oscilar entorno a los soportes. El accionado que está unificado a la carcasa está también conectado a una balanza que le impide girar. Por la parte zona de arriba ingresa agua que viene de un depósito elevado  $D$  que siempre tiene el mismo nivel de líquido, es decir  $h = \text{constante}$ .

Por la parte inferior de la válvula  $V_r$ , el agua es expulsada del hacia la cisterna  $C$  desde el freno. Manteniendo la válvula entreabierta, confirmamos que el agua que tenemos contenida dentro del freno es más o menos mayor dependiendo de la cantidad de flujo de fluido (por acción de fenómenos turbidos en el recorrido por las cavidades) y con ello un mayor efecto del freno. Tiene un comportamiento muy parecido al embrague hidráulico.

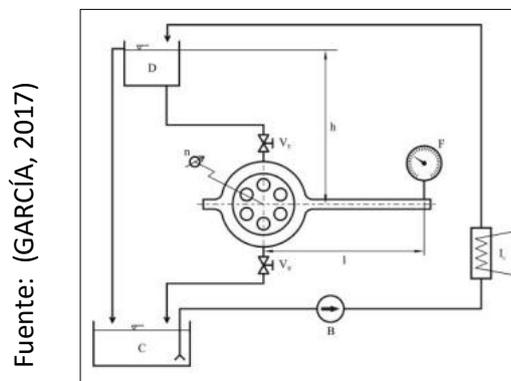


Ilustración 8. Funcionamiento del freno Hidráulico.

El rotor intenta arrastrar al estator en un giro que dado al fenómeno mencionado se encuentra bloqueado por la balanza, donde podemos encontrar la fuerza requerida para esta acción. Si la distancia desde el eje de giro del rotor a la balanza está definida adecuadamente, entonces es posible determinar el torque requerido para que el bloqueo será idéntico en la posición de equilibrio, que el desarrollado en el motor a medir.

En la operación de dispositivos de estas magnitudes se cuenta también con unas compuertas que la posición de apertura cubre casi la totalidad de la conexión entre carcasa y el rotor hidráulicamente. Ellas son las que definen la regulación, dando giro a un accionado de tipo especial para este motivo y puede ser adicionado con la válvula  $V_r$ .

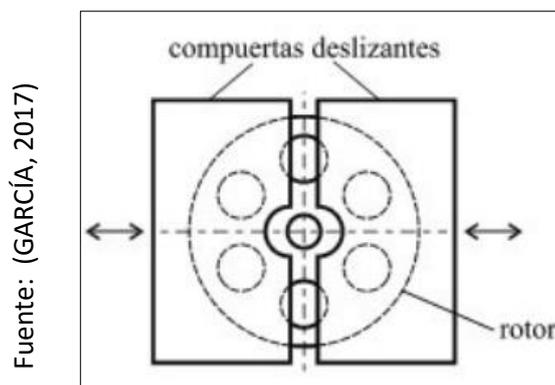


Ilustración 9. Circuito Hidráulico.

El circuito se completa y cierra hidráulicamente como se muestra en el esquema. En estos dispositivos, la función del agua es, la de contribuir al frenado (motivo para cuál es construido el freno) y segundo, mitigar la potencia que desarrolla el motor en estudio. Dado a la segunda función es que debemos calcular el circuito de refrigeración de una forma en que la temperatura a la salida del freno para el agua no debe superar los 70°C, de esta forma evitamos el fenómeno de cavitación. Para el trabajo de este dispositivo, los sistemas usados en la antigüedad eran accionados de forma manual sobre la válvula y un accionado que abre y cierra las salidas de regulación. La fuerza que resulta del torque de reacción se aplica sobre los resortes de la balanza, el desplazamiento angular toma gran importancia y se hace necesario corregir el sistema, para que, en el equilibrio, el accionado llegue nuevamente a su posición horizontal. Ello se consigue con un movimiento de forma

vertical de la balanza, mediante la acción de una manivela "Y" como vemos en el siguiente esquema:

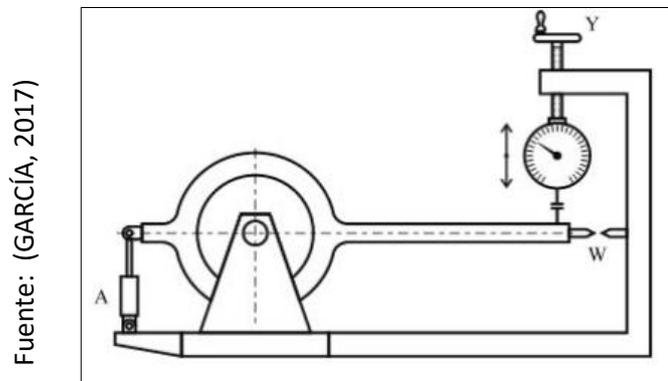


Ilustración 10. Movimiento vertical de la balanza.

Una vez realizada esta acción, debemos mover de nuevo el brazo a la posición horizontal (que se indica por dos índices que se afrontan). Debemos completar el dispositivo con un amortiguador que permiten evitar oscilaciones y realizar mediciones de precisión.

En los sistemas modernos, la balanza de resortes se reemplaza por celdas de carga (*strain gauge*) y de esa manera desaparece el problema ya revisado. De la misma forma, toda la operación del freno y conexiones es realizada por medio de accionadores a distancia, potenciómetros, ordenadores y electrónica. De una manera tecnológica el digital podemos observar el torque o par motor.

En la actualidad y gracias a los desarrollos de los frenos hidráulicos, pueden presentar curvas de variación del par de reacción basado en una válvula motorizada y accionada por circuitos electrónicos, que cumple con funciones como las siguientes:

$$M_r = cte \quad ; \quad M_r \sim n^2 \quad ; \quad M_r \sim n \quad ; \quad n = cte \quad ; \quad etc.$$

Con ello tenemos la posibilidad de envolver un rango muy alto de posibilidades para las mediciones.

En la *Ilustración 8*, muestra la diferencia que existe entre el momento de reacción de un freno convencional de fricción fluida.

La siguiente expresión es la que rige estas curvas:

$$M = k \times \rho \times n^2$$

Decimos que  $k$  es un valor constante que está definido por el regulador del dispositivo (bien las compuertas o la válvula  $V_r$ ),  $\rho$  es la densidad del agua y  $n$  la velocidad de giro.

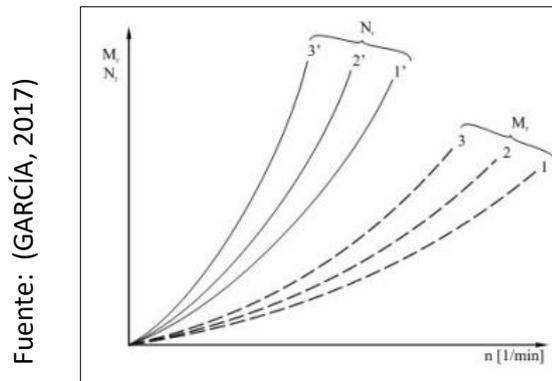


Ilustración 11. Curvas de variación de los frenos hidráulicos.

Las distintas posiciones del regulador conllevan a un cambio en el valor de la constante  $k$  y con ello obtenemos un haz de parábolas de orden 1, 2, etc.

Con ello tenemos la siguiente expresión:

$$N_r = \frac{M_r \cdot n}{9550} = \frac{k \cdot p \cdot n^2 \cdot n}{9550} = k_1 \cdot p \cdot n^3$$

Es así como obtenemos un paquete de parábolas cúbicas 1', 2', etc. que fijan la potencia absorbida por el dispositivo de freno y es así como la constante  $K_1$  incluía la posición del regulador.

La cabida del dispositivo de frenado está limitada por condiciones térmicas, además de la capacidad de absorción de los momentos de torsión que superan los entregados por el motor en estudio, dentro de los rangos de velocidades de operación. Ello quiere decir que la curva de potencia del motor debe estar en la zona de operación del freno como se observa a continuación.

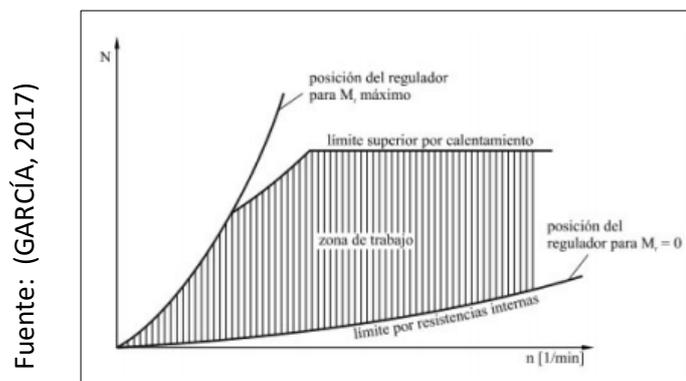


Ilustración 12. Curva de potencia del motor

Los frenos hidráulicos accionados por dinamómetro son fabricados por lo usual con una potencia de 5.700 [kW], pero bajo solicitud y en situaciones específicas alcanzan tan altas potencias como 75.000 [kW]

### 1.3.4.2. Frenos Eléctricos

#### 1.3.4.2.1. Frenos Dinamo-eléctricos

Este dispositivo es un freno de uso práctico y con apreciable beneficio, en el campo de aplicación donde puede ser usado. Su funcionamiento está especificado como se muestra en la ilustración siguiente:

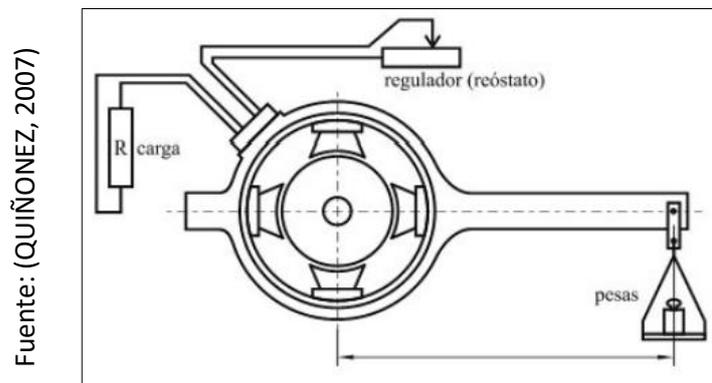


Ilustración 13. Funcionamiento del freno dinamoeléctrico.

Tiene la posibilidad de funcionar como péndulo y dínamo, el cual unido de forma unificada a un brazo cuya longitud  $l$  es conocida que, en equilibrio con la aplicación de pesas equivalentes a la misma distancia, absorbe la pared reactivos mecánicos.

Se regula efectuando un cambio sobre la excitación de la corriente y la energía de tipo eléctrica, lo cual influye en transformar la energía mecánica del motor en una resistencia. Y decimos que otra vez la máquina en estudio está conectada de forma adecuada al acoplamiento del freno.

La estabilidad de este dispositivo es apreciable y precisa aún si las cargas son mínimas. Se utiliza como motores de arranque o para arrastrar máquinas en ensayo. Algo en contra que podemos encontrar es la falta de adaptación motores de elevada potencia y velocidades de giro, ello por la gran masa de sus elementos giratorios.

#### 1.3.4.2.2. Frenos de corrientes parásitas (de Foucault)

Son dispositivos modernos para análisis precisos, que corresponden a investigaciones en motores de combustión interna. Están en el rango de potencias nominales que van de 40 [kW] a 2000 [kW] en adelante y velocidades de giro de máximo

17000 [rpm], y es lógico decir que va de la mano con el tamaño del dispositivo de freno.

En la bibliografía podemos encontrar muchas formas de naturaleza general en estos dispositivos. El rotor de acero de alta resistencia magnética tiene forma de engrane con rectos dientes y entendemos que es parte del campo magnético. Estas partes no están unidas al estator por una plancha delgada. El estator tiene una composición férrica de buen campo magnético, en su perímetro lleva instalado un sistema de campo en donde sus espiras coaxiales con el eje del freno. Este sistema lleva en circulación una corriente continua, así produciendo un campo magnético en forma de toroide.

Dada la disposición del sistema, observamos vectores del campo magnético que vemos atravesar los dientes del rotor que, al girar, permite cambiar la resistencia magnética y de esta forma magnetiza y desmagnetiza los anillos del estator. Es aquí donde se observa la producción de corrientes parásitas por este motivo, que dado al efecto joule se disipa el calor de la energía aportada por el motor en ensayo al freno. El calor producido es extraído por un flujo de agua que no debería intervenir en el proceso de frenado de este tipo de dispositivos.

La regulación del par de resistencia al frenado es conseguida con la variación de la intensidad de corriente continua que circula por el sistema con regulación de potenciómetros en un campo electrónico que nos permite la obtención del momento de frenado en función de la rapidez.

El giro del estator se impide por la acción de un brazo en el que se aplica una balanza (se puede sustituir por celdas de carga) en su extremo.

Los eventos donde podemos variar el momento de frenado son:  $M \sim n$  ;  $M \sim n^2$  ;  $M = cte$  ;  $n = cte$ , con ello es posible que la pendiente de las curvas cambie en forma parcial y así adaptarse a las características del motor que tenemos en ensayo.

Lleva incluido además un elemento de seguridad que regula la velocidad, ello se da de acuerdo a la voluntad de la persona y a la máxima velocidad admisible del motor, y además por exceso de temperatura de refrigerante.

### 1.3.5. El ensayo y su marcha

Sin importar el tipo de freno en utilización debemos indicar el procedimiento a utilizar para las pruebas simples, como lo son el hallazgo de la curva de torque y la de potencia a máxima carga de un motor cualquiera ensamblado en el banco de ensayos.

Primero damos arranque al motor y verificamos el correcto funcionamiento de todo, tanto de presión, y sistemas de refrigeración, escape ventilación y sistemas de conexión, etc. Una vez que hemos verificado la adecuada temperatura de trabajo del refrigerante del motor, entonces podemos comenzar con el ensayo.

- 1) Se acelera el motor y se carga el freno. Cuando tenemos en la posición de máxima potencia a la mariposa (Ciclo Otto) o en posición de máximo trabajo la bomba de inyección (Ciclo Diésel), en ello se liberan cargas en el freno hasta el momento en que se llega (sin mover la posición del acelerador) a la velocidad de giro admisible máxima del motor y en estabilidad con las cargas reactivas. Es allí donde podemos leer y documentar los valores del torque y potencia.
- 2) Luego, con la posición de máxima apertura de la mariposa como antes, podemos aumentar la carga en el freno que puede producir una caída en la rapidez de giro de por ejemplo  $300rpm$ . Ahora, en este punto de equilibrio nuevo realizamos la lectura de la nueva potencia y torque.
- 3) Se repite el trabajo indicado en el *punto 2*, disminuyendo la velocidad de giro hasta llegar a la mínima admisible del motor y registramos los valores en cada punto de equilibrio.

Llega a resultar muy conveniente y es también requerido por ciertas normas, una vez registramos los últimos datos, invertir el procedimiento de medición de mínimos a máximos, siempre en la posición de máxima carga y entonces promediar los resultados obtenidos.

Todo este procedimiento en los bancos de prueba actuales es controlado por medio de un ordenador que además puedo optimizar protocolos y procesos en las pruebas. Es también, que obtenemos las curvas de operación que posteriormente pueden ser impresas.

Los registros de medidas que hemos trabajado tienen una forma simple, aunque juntamente con un procedimiento igual o similar, se puede realizar un número grande

de otra forma de determinación con los dispositivos y partes adecuados para estos fines.

#### **1.4. Formulación del Problema**

¿Es posible mejorar la productividad de la empresa General Motors a partir del diseño de un banco de pruebas para el motor Chevrolet Tracker de 138hp?

#### **1.5. Justificación del Estudio**

##### **1.5.1. Justificación Económica**

Encontramos justificar de manera económica, debido a que al implementar el banco de pruebas alcanzará disminuir costos a terceros por reparación del motor, con ello se logrará utilizar menos horas hombre dedicadas a ese proceso, por produce beneficios en los gastos de salarios destinados a cada orden de trabajo. Por otro lado, al conseguir un manejo más óptimo en los procesos evitaremos que estructuras se dañen por incorrectas prácticas, además de un mejor desempeño y producción de este que generará mayores ganancias a la empresa.

##### **1.5.2. Justificación Social**

El proyecto se tiene una justificable al implementar el banco de pruebas de motor se logrará un mayor rendimiento de este, que generará una mejor relación con los clientes, logrando así una fidelización propia con la empresa y que a futuro desencadenará en nuevas oportunidades de negocios.

##### **1.5.3. Justificación Medioambiental**

Este trabajo donde se investigó en el ámbito ambiental es poder detectar y realizar un adecuado estudio y reparación de motor, entonces no tendremos fallas que generen pérdidas de flujos como aceites y comburentes que pueden dañar a nuestro medio.

#### **1.6. Hipótesis**

Con el diseño de un banco de pruebas para motor Chevrolet Tracker de 138hp se logrará un aumento en la productividad de la empresa General Motors.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

- Diseñar un banco de pruebas para motor Chevrolet Tracker de 138hp para mejorar la productividad de la empresa General Motors.

### **1.7.2. Objetivo Específico**

- Identificar y seleccionar las principales partes para el funcionamiento de un banco de pruebas para un motor a gasolina.
- Simular el comportamiento estructural del banco de pruebas diseñado para el motor Chevrolet Tracker de 138hp, mediante software Solidworks.
- Analizar y comparar la productividad de la empresa General Motors – Cajamarca antes y después del diseño del banco de pruebas.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de Investigación

#### 2.1.1. Según su Propósito

Aplicada: dado que pondremos en práctica el equipo de ensayo, para mostrar los indicadores de maniobra y con ello colocar en operatividad los equipos en estudio, y al aplicarlo, se identificará el efecto que surge en la productividad de la empresa.

#### 2.1.2. Según su Investigación

Experimental: ya que no vamos hacer manipulaciones a sus dos variables ya que aparecen modificaciones y la productividad de la empresa General Motors.

### 2.2. Variables, Operacionalización

#### 2.2.1. Variable Independiente

Banco de Pruebas

#### 2.2.2. Variable Dependiente

Productividad de la Empresa

#### 2.2.3. Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
<b>Independiente:</b> Banco de pruebas	Instalación para probar el funcionamiento de máquinas. (Reverso Diccionario, 2016)	Máquina cuya principal función es la ejecución e identificación de los parámetros de los motores, con la finalidad evaluar el correcto funcionamiento de estos.	Potencia máxima	kW
			Presión aceite	MPa
			Torque	N.m
			Peso del motor	Kg
<b>Dependiente:</b> Productividad de la empresa	Es el resultado de las acciones que se deben llevar a cabo para conseguir los objetivos de la empresa y un buen clima laboral. (Emprende Pyme, 2016)	Se considera a las actividades que una empresa realiza y los recursos que utiliza con el fin de cumplir los objetivos de esta.	Eficiencia del motor	%
			Productividad	$\frac{\text{Efectividad}}{\text{Eficiencia}}$

### **2.3. Población y Muestra**

#### **2.3.1. Población**

La Población objeto de estudio está conformada por la cantidad de Motores Reparados en la empresa General Motors-Cajamarca, reparaciones que se suscitaron durante los tres últimos años, teniendo como historial la cantidad de Motores Reparados.

#### **2.3.2. Muestra**

Se considera como muestra a los indicadores, valores y parámetros durante el funcionamiento del Dinamómetro en el Banco de Pruebas cuando se realice las pruebas a los motores como son la Potencia, Torque, Velocidad, así podremos tomar acciones y prolongar la vida útil de estos motores.

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **2.4.1. Técnicas de recolección de datos**

- Análisis de las operaciones (mediciones)
- Encuestas a los mecánicos de mantenimiento
- Revisión Documental (Formatos, investigaciones)

#### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

- **Guía para Análisis de Datos:**

Se comparara datos resultantes según la Reparación de los motores, donde se utilizará programas como el Excel, Manuales del Fabricante y así poder analizar resultados estadísticos.

- **Hojas para encuestas:**

Se realizara entrevistas a los técnicos de la Empresa General Motors-Cajamarca donde podremos recibir recomendaciones y sugerencias para poder tener más eficiente el Banco de Pruebas y así poder mejorar la vida útil en los motores.

### **2.5. Métodos de análisis de datos**

El análisis documental se realizará con la finalidad de establecer el método de diseño de un equipo de ensayos, y la manera conveniente de la obtención de características de operación principales de funcionamiento de los equipos.

Para la ejecución de la revisión de información recolectada nos ayudaremos del método estadístico, dicha información es recopilada de los mecánicos que trabajan en el área, ello nos alcanza un enfoque más completo de la adecuada operación del equipo de ensayo.

Como prueba final debemos realizar un análisis de costos que nos permita obtener un adecuado diseño.

## **2.6. Aspectos Éticos**

Esta investigación se desarrolló con los permisos correspondientes de la empresa General Motors donde pusimos en marcha nuestro banco de pruebas y realizar las entrevistas respectivas a los técnicos de mantenimiento de esta, a la vez toda información y revisión documental será debidamente citado y agregado en las referencias bibliográficas de la presente tesis.

En la parte de modelamiento utilizaremos en programa SolidWorks2018 donde diseñaremos cada una de las piezas las ensamblaremos y las analizaremos su comportamiento.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Identificar y seleccionar las principales partes para el funcionamiento de un banco de pruebas para un motor a gasolina

Vamos a empezar dando alcance de las principales especificaciones del motor Chevrolet Tracker de 138HP:

El Motor Chevrolet Tracker es un motor ECOTEC de 1.8 litros de inyección directa y control de apertura de las válvulas en dos etapas (VVT y VIM) que reduce las pérdidas de flujo de aire y optimiza la entrada de este al motor. Este motor desarrolla 138 HP y 178 Nm de torque y está acoplado a una transmisión manual de 5 velocidades o automática de 6 marchas.

La Chevrolet Tracker es una SUV de Origen Coreano y llega a los diferentes países provenientes de México, país donde se ensambla. Vehículo utilitario deportivo (del inglés **sport utility vehicle** ó SUV).

Especificaciones del Motor:

MOTOR/VERSIONES	1.8 LS MT/LT MT/AT FULL AWD
Cilindrada (L) Sistema Alimentación.	1.8L DOHC con Inyección MPFI
Número de cilindros/Válvulas	4 en línea/16
Potencia(HP@RPM)	138@6,200
Torque(N.M@RPM)	178@3,800

Con estos datos empezaremos estableciendo el tamaño óptimo de la base del banco de pruebas, para ello y guiándonos de las medidas máximas del motor definimos un tamaño de  $5m \times 5m$ ; y para el izaje del motor necesitamos un polipasto con una capacidad mínima de  $1Ton$  para el izaje del motor y sus componentes. En cuanto al funcionamiento eléctrico, determinamos que por ser un laboratorio con elementos como dinamómetro instalado se debe contar con tomas  $360V$  para la operación segura, se cuenta también en el área con los manuales del funcionamiento del motor y buenas prácticas de seguridad.

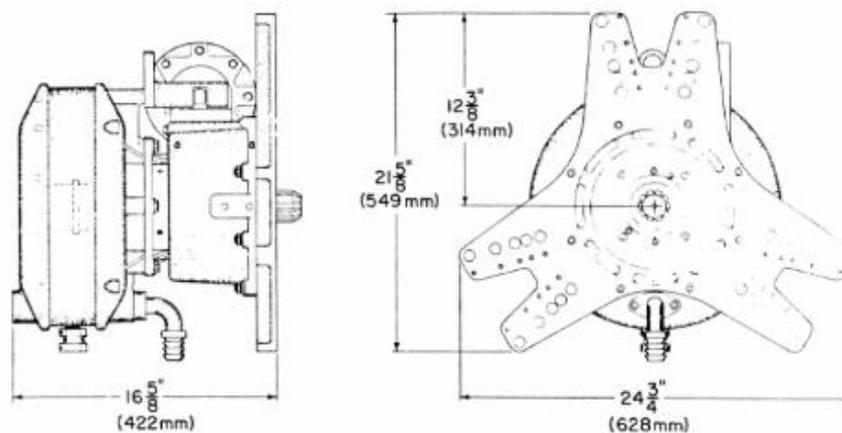
### 3.1.1. Selección del dinamómetro

Dado que el freno dinamométrico será el encargado de generar un torque que se resista a la “fuerza de marcha” del motor, por tanto, seleccionamos un freno dinamométrico hidráulico modelo *DT – 200*, que son muy adecuados para el trabajo con motores de combustión interna.

Vamos a seleccionar un dinamómetro

Características:

- Temperatura de ingreso al componente: 60 – 120°F
- Temperatura a la salida < 180°F
- Potencia: 1860kW = 2500HP y 30,000RPM



*Ilustración 14. Dinamómetro DT-200*

La curva de trabajo de este dinamómetro es la siguiente:

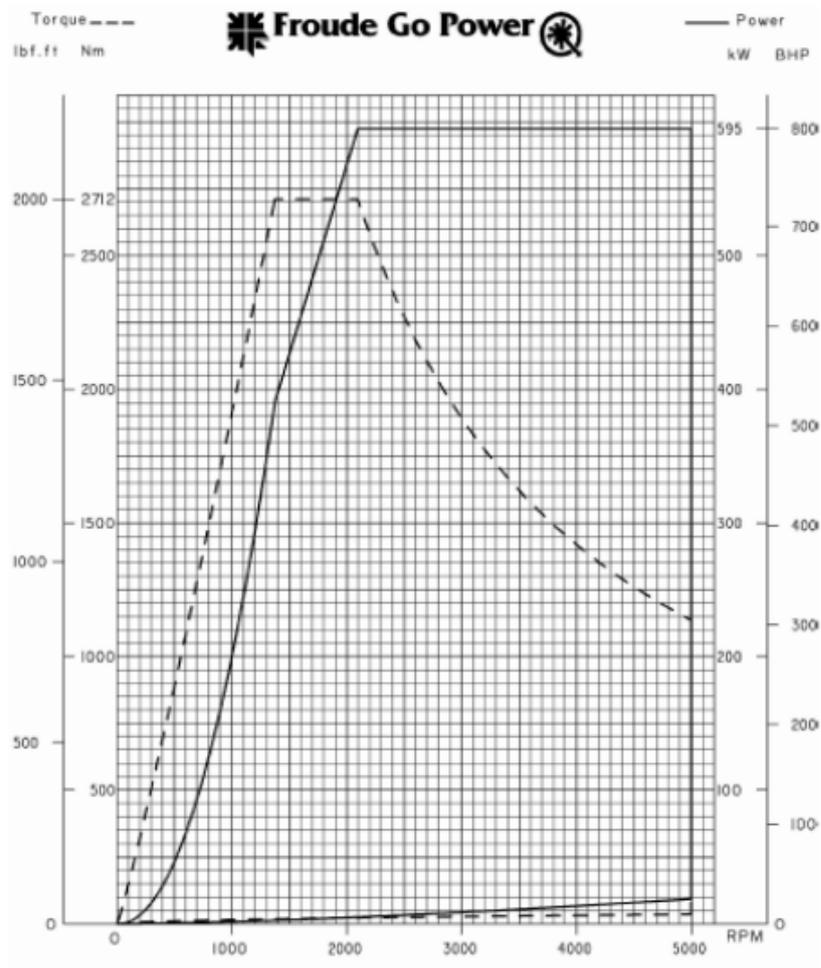


Ilustración 15. Dinamómetro DT-200

### 3.1.2. Diseño y selección del sistema de enfriamiento

Este sistema se debe de calcular de tal forma de su máxima del motor no exceda el valor que nos proporciona el fabricante. En el ingreso de la succión el agua debe mantenerse a una temperatura de 90°C como máximo.

Vamos a proponer el siguiente esquema para el enfriamiento del sistema:

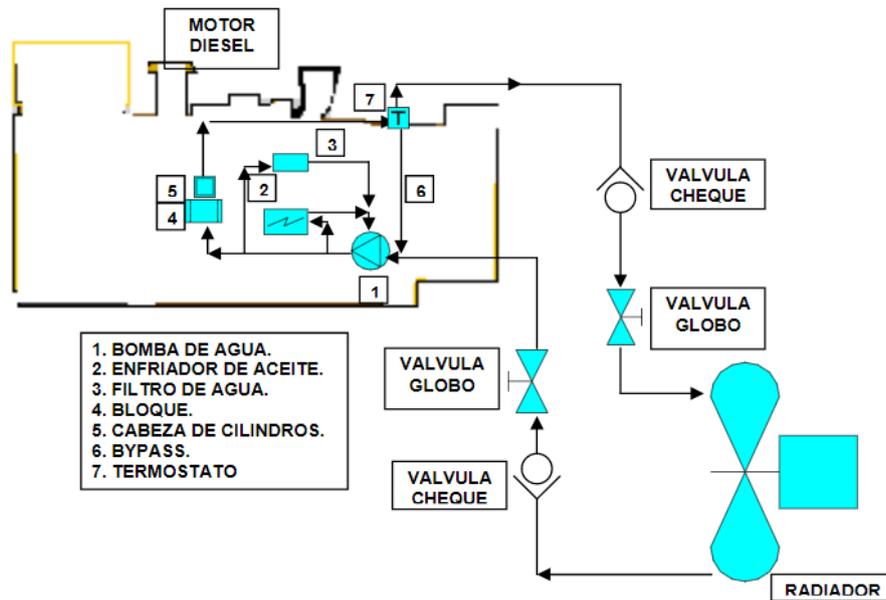


Ilustración 16. Diagrama del sistema de enfriamiento del motor

### 3.1.2.1. Cálculo y selección del radiador

Para una adecuada selección del radiador se debe considerar los siguientes parámetros de transferencia de calor:

$$\text{Coeficiente de convección externo} = h_{ext} = 30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\text{Coeficiente de convección interno} = h_{int} = 5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Dado que conocemos las características principales del motor Chevrolet Tracker de 138HP, seleccionamos los siguientes parámetros geométricos:

- *Diámetro de tubos de entrada y salida de refrigerante = 2"*
- *Número de tubos = 180*
- *Altura = 500mm*
- *Largo = 950mm*
- *Ancho = 100mm*

### 3.1.2.2. Selección de las tuberías de refrigerante

Una vez seleccionado el radiador, debemos utilizar las mangueras con las siguientes características:

- *Temperatura de trabajo = 273 – 393 K*
- *Presión máxima de trabajo = 124kPa*
- *Diámetro nominal = 2"*
- *Codos de material Aluminio*

### 3.1.2.3. Selección del ventilador

Como consideración básica tomamos una velocidad de aire recomendada de  $8\text{m/s}$ , además se propone que la máxima medida para el diámetro del ventilador sea el ancho del radiador.

Calculando el área por donde fluye el aire:

$$A_{rad} = 0.95 \times 0.50 = 0.475\text{m}^2$$

Como la velocidad media recomendada es:  $V = 8\text{m/s}$

Por tanto, el caudal de aire será:

$$Q = V \times A_{rad} = 8 \times 0.475 = 3.80\text{m}^3/\text{s}$$

Vamos a seleccionar un ventilador de diámetro de boca de  $0.50\text{m}$  a manera de cálculo inicial, entonces procedemos con el cálculo de la caída de presión en la reducción y paso a través del radiador:

$$A_{vent} = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{\pi \times 0.50^2}{4} = 0.19\text{m}^2$$

La velocidad media será entonces:

$$V_{vent} = \frac{Q}{A_{vent}} = \frac{3.80}{0.19} = 20\text{m/s}$$

Por tanto, la caída de presión:

$$\Delta h = kl \cdot \frac{V_{vent}^2}{2 \cdot g}$$

Donde "kl" el coeficiente que depende de la relación de áreas de transición

$kl = 0.20$  (Tomada de manuales técnicos encontrados en la web)

$$\Delta h = 0.20 \times \frac{20^2}{2 \times 9.81} = 4.08m$$

La caída de presión en los accesorios es:

$$\Delta P_{red} = \Delta h \times 1 \frac{Kg}{m^3} \times g = 4.08 \times 1 \times 9.81 = 40.02 Pa = 0.16 inH_2O$$

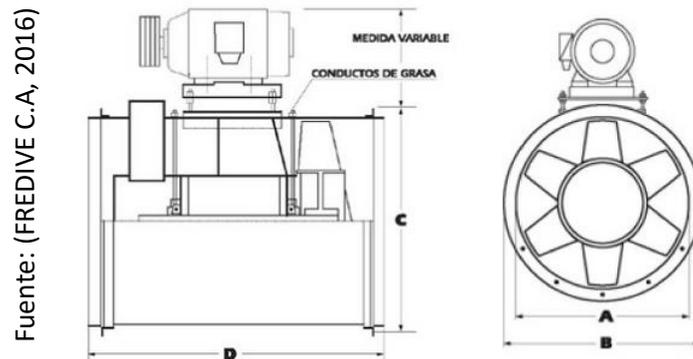
De tablas generales podemos obtener una caída de presión promedio en el radiador

de:  $\Delta P_{rad} = \frac{3}{8} inH_2O$

Por tanto, la caída de presión que debe vencer el ventilador para el trabajo es:

$$\Delta P_{vent} = \Delta P_{rad} + \Delta P_{red} = 0.375 + 0.160 = 0.475 inH_2O$$

Con la caída de presión hallada y del catálogo de la empresa Fredive C.A., seleccionamos el ventilador VXF, modelo 21 por su tamaño y condiciones de trabajo:



*Ilustración 17. Ventilador VXF, modelo 21*

Fuente: (FREDIVE C.A, 2016)

Transmisión por correa y polea. Modelo VXF

Modelo	Caudal		PRESIÓN TOTAL																	
	M3/MIN	PC/M	6,3mm RPM	1/4" BHP	12,7mm RPM	1/2" BHP	19,8mm RPM	3/4" BHP	25,4mm RPM	1" BHP	38mm RPM	1/2" BHP	50,8mm RPM	2" BHP	63,5mm RPM	2 1/2" BHP	76,2mm RPM	3" BHP	101mm RPM	4" BHP
15	50	1775	1400	0.19	1155	0.30	1440	0.43	1750	0.73	2000	1.32	2260	1.72	2720	2.60	3000	3.62	3550	5.47
	64	2283	1800	0.31	1356	0.43	1655	0.57	1830	0.96	2000	1.32	2260	1.72	2720	2.60	3000	3.62	3550	5.47
	78	2790	2200	0.43	1557	0.57	1865	0.81	2010	1.29	2247	1.69	2494	2.59	2839	3.13	3000	3.62	3550	5.47
	107	3297	2600	0.57	1758	0.81	2072	1.05	2187	1.69	2410	2.12	2624	3.22	2976	3.74	3155	4.22	3500	5.47
	121	4312	3000	0.81	1959	1.05	2282	1.29	2397	2.21	2591	2.61	2782	3.22	2976	3.74	3155	4.22	3500	5.47
	135	4819	3400	1.05	2160	1.29	2487	1.53	2602	2.51	2797	2.92	2769	3.29	2971	3.85	3139	4.42	3287	4.97
18	81	2906	1600	0.34	1000	0.51	1257	0.69	1287	0.91	1750	1.70	2068	2.69	2375	4.05	2460	4.77	2845	7.19
	102	3633	2000	0.59	1195	0.75	1338	0.97	1484	1.19	1750	1.70	2068	2.69	2375	4.05	2460	4.77	2845	7.19
	122	4359	2400	0.84	1390	1.01	1476	1.34	1569	1.59	1819	2.10	2068	2.69	2375	4.05	2460	4.77	2845	7.19
	143	5086	2800	1.09	1585	1.25	1637	1.85	1738	2.10	1924	2.67	2112	3.33	2375	4.05	2460	4.77	2845	7.19
	163	5812	3200	1.34	1780	1.50	1745	2.37	1817	2.49	2036	3.35	2242	4.05	2375	4.05	2460	4.77	2845	7.19
	184	6539	3600	1.59	1975	1.75	1807	3.44	2077	3.54	2223	4.20	2381	4.97	2530	5.67	2677	6.53	2953	8.29
21	111	3903	1600	0.46	950	0.69	1130	0.93	1154	1.22	1430	2.29	1710	3.63	1970	5.45	2045	6.44	2440	9.70
	136	4728	2000	0.71	1145	1.01	1259	1.31	1286	1.60	1430	2.29	1710	3.63	1970	5.45	2045	6.44	2440	9.70
	160	5553	2400	0.96	1340	1.25	1377	1.80	1452	2.14	1552	2.83	1832	4.50	1970	5.45	2045	6.44	2440	9.70
	194	6378	2800	1.21	1535	1.50	1572	2.49	1652	2.83	1640	3.60	1832	4.50	1970	5.45	2045	6.44	2440	9.70
	221	7203	3200	1.46	1730	1.75	1609	3.19	1684	3.71	1764	4.52	1914	5.47	2045	6.44	2194	7.55	2440	9.70
	249	8028	3600	1.71	1925	2.00	1788	4.17	1863	4.73	1943	5.56	2031	6.70	2160	7.65	2284	8.60	2519	11.19
24	144	5131	1600	0.64	992	0.97	1103	1.24	1150	1.53	1300	2.19	1585	3.70	1730	5.45	1800	6.44	2000	11.91
	180	6404	2000	0.99	1187	1.25	1275	1.53	1327	1.82	1427	2.88	1564	4.72	1820	5.68	1932	6.67	2136	14.40
	216	7677	2400	1.24	1382	1.50	1470	1.82	1522	2.11	1622	3.84	1701	5.67	1820	5.68	1932	6.67	2136	14.40
	252	8950	2800	1.49	1577	1.75	1564	2.49	1648	2.83	1640	3.60	1832	4.50	1970	5.45	2045	6.44	2440	9.70
	288	10223	3200	1.74	1772	1.99	1659	3.19	1746	3.71	1746	4.52	1914	5.47	2045	6.44	2194	7.55	2440	9.70
	324	11496	3600	1.99	1967	2.24	1745	4.17	1832	4.73	1912	5.56	2031	6.70	2160	7.65	2284	8.60	2519	11.19
27	182	6480	1600	0.93	873	1.24	950	1.56	1035	1.92	1140	2.78	1260	3.70	1370	5.45	1465	6.69	1597	17.41
	227	8100	2000	1.18	1061	1.50	1131	1.82	1215	2.21	1269	3.63	1392	4.66	1504	5.74	1604	6.92	1784	21.06
	273	9720	2400	1.43	1256	1.75	1299	2.35	1384	2.79	1427	4.52	1564	6.44	1616	7.15	1716	8.39	1896	25.19
	318	11340	2800	1.68	1451	1.99	1413	2.79	1455	3.19	1569	4.52	1648	7.60	1766	8.91	1836	10.17	2004	30.09
	364	12960	3200	1.93	1646	2.24	1596	3.58	1647	3.98	1728	5.47	1804	9.89	1892	11.10	1969	12.51	2130	35.46
	409	14580	3600	2.18	1841	2.49	1745	4.17	1806	4.56	1906	5.99	2031	9.96	2008	11.08	2091	12.20	2549	40.35
30	224	7985	1600	1.15	823	1.51	873	1.91	955	2.37	1010	3.40	1125	4.53	1271	5.76	1365	6.98	1499	21.06
	280	9981	2000	1.50	1017	1.99	1061	2.35	1131	2.73	1269	4.52	1392	6.44	1504	7.74	1604	8.50	1784	25.19
	336	11978	2400	1.75	1211	2.24	1105	3.19	1256	3.58	1392	5.47	1483	9.34	1570	10.94	1651	12.49	1503	30.09
	393	13974	2800	1.99	1406	2.49	1309	3.58	1394	3.98	1483	5.47	1569	9.89	1672	12.15	1701	13.64	1537	35.46
	449	15970	3200	2.24	1601	2.74	1454	4.17	1480	4.56	1569	5.99	1648	12.20	1728	7.65	1828	15.39	2035	40.35
	505	17967	3600	2.49	1796	2.99	1612	4.56	1644	4.95	1728	5.99	1804	12.20	1892	11.10	1969	12.51	2130	45.24
33	269	9667	1600	1.40	810	1.69	830	2.20	898	2.77	950	4.03	1050	5.45	1113	6.67	1215	8.41	1399	25.19
	337	12060	2000	1.85	1005	2.14	1017	2.64	1092	3.23	1138	4.52	1231	6.44	1314	7.74	1414	9.41	1501	30.09
	405	14457	2400	2.10	1200	2.49	1105	3.19	1256	3.58	1392	5.47	1483	9.34	1570	10.94	1651	12.49	1503	35.46
	472	16850	2800	2.35	1395	2.74	1211	3.58	1309	3.98	1483	5.47	1569	9.89	1672	12.15	1701	13.64	1537	40.35
	540	19247	3200	2.60	1590	3.19	1426	4.17	1454	4.56	1569	5.99	1648	12.20	1728	7.65	1828	15.39	2035	45.24
	607	21644	3600	2.85	1785	3.58	1612	4.56	1644	4.95	1728	5.99	1804	12.20	1892	11.10	1969	12.51	2130	50.13

Modelo	A	B	C	D
15	390	440	490	480
18	460	520	590	560
21	540	600	680	560
24	620	700	760	560
27	690	770	840	740
30	770	850	910	740
33	840	920	980	740
36	920	1020	1110	1090
40	1020	1120	1200	1090
44	1120	1220	1310	1140
48	1230	1330	1450	1140
54	1380	1500	1630	1200
60	1530	1650	1800	1200

Ilustración 18. Modelo de ventilador VXF

### 3.1.3. Esquema y selección del sistema de escape

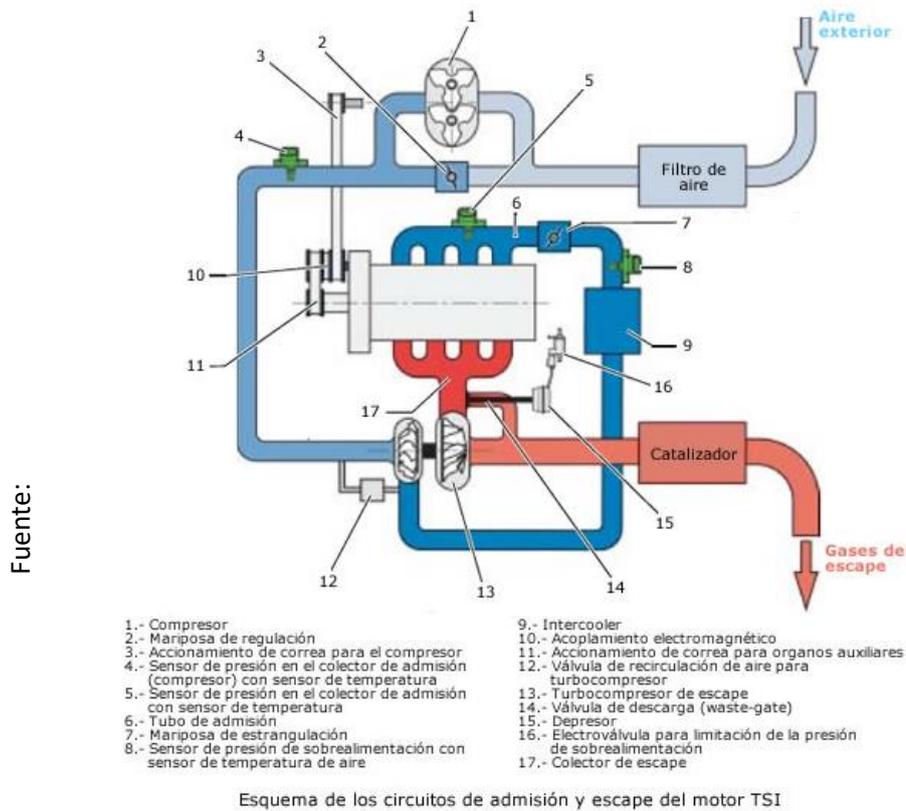


Ilustración 19. Esquema sistema de escape

#### 3.1.3.1. Selección de sistema de tuberías

Las características y parámetros de operación para tuberías del sistema de escape son las siguientes:

- *Temperatura de trabaj* = 300 – 700 K
- *Material* = Acero inoxidable
- *Diámetro externo de tubería* = 100mm

#### 3.1.3.2. Selección de manguera flexible

Basado en el fabricante Hansa Flex, seleccionamos la manguera tipo AVX 100:

- *Diámetro interno*: 100mm
- *Radio de flexión* = 390mm
- *Temperatura máxima de trabajo* = 400°C
- *Longitud nominal* = 6m
- *Material* = Acero galvanizado



*Ilustración 20. Manguera AVX 100*

Fuente: (Direct Industry, 2018)

Denominación	Ø ID (mm)	Ø AD (mm)	Tolerancias ID/AD (mm)	Radio de flexión (+10 %) (mm)	Peso comprimido por m (kg)
AVX 070	70,00	74,00	0,40	273	2,30
AVX 075	75,00	79,00	0,40	293	2,43
AVX 080	80,00	84,00	0,60	312	2,62
AVX 085	85,00	89,00	0,60	332	2,76
AVX 090	90,00	94,00	0,60	351	2,90
AVX 096	96,00	100,00	0,60	375	3,10
AVX 100	100,00	104,00	0,80	390	3,25
AVX 110	110,00	114,00	0,80	429	3,55

*Ilustración 21. Diámetros me mangueras AVX*

### 3.1.3.3. Selección del silenciador

Por razones de seguridad y condiciones de trabajo se considera el uso del silenciador original del vehículo.

### 3.1.4. Sistema de Alimentación

#### 3.1.4.1. Selección de la línea de combustible

Del catálogo de la empresa Parker, seleccionamos la siguiente tubería:



*Ilustración 22. Tubería Parker 221FR-10*

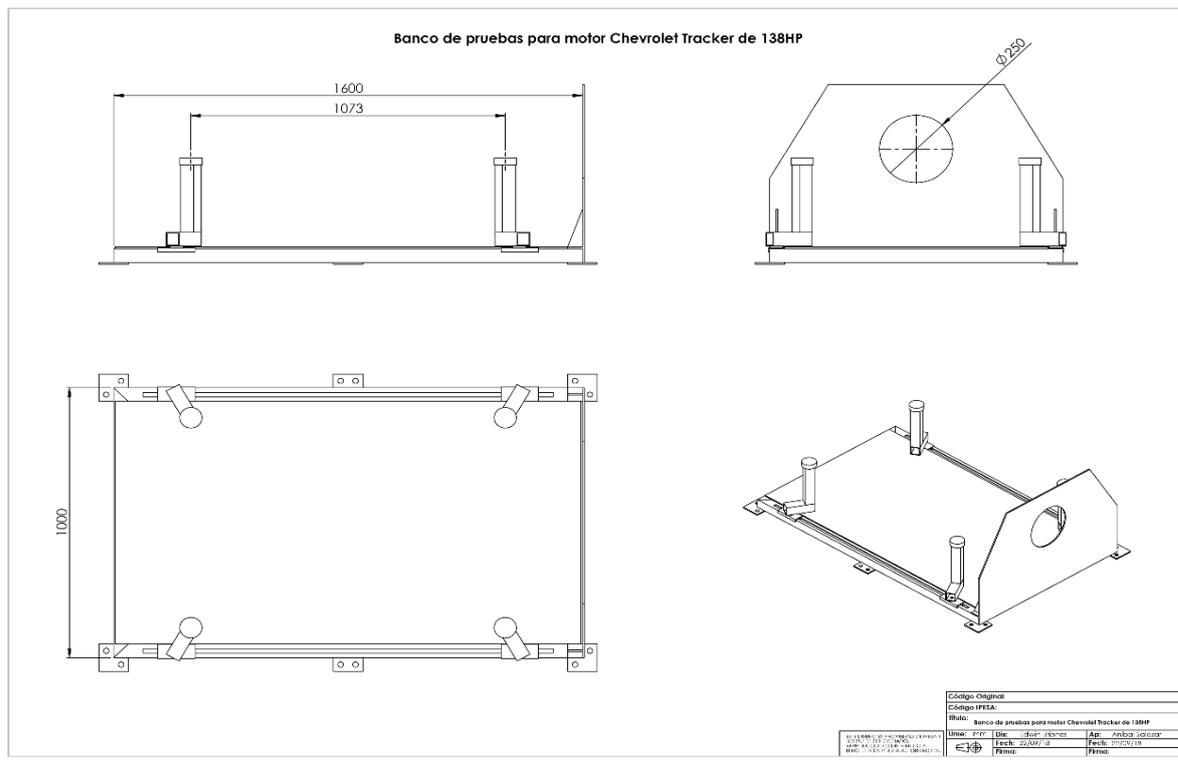
Fuente: (Direct Industry, 2018)

Parker 221FR Sizes & Specifications														
Part No	Inside Diameter		Outside Diameter		Working Pressure		Min Bend Radius		Weight		Vacuum Rating		Hose Ends	
	in	mm	in	mm	psi	MPa	in	mm	lb/ft	kg/m	in of Hg	kPa	Crimp	Field Attach
221FR-5	1/4	6,3	0.58	15	500	3,5	1	25	0.19	0,28	24	81	26	20-22
221FR-6	5/16	8	0.68	17	500	3,5	1-1/4	30	0.23	0,34	24	81	26	20-22
221FR-8	13/32	10	0.77	20	500	3,5	1-3/4	45	0.28	0,42	24	81	26	20-22
221FR-10	1/2	12,5	0.92	23	500	3,5	2-1/4	55	0.39	0,58	20	68	26	20-22
221FR-12	5/8	16	1.08	27	500	3,5	2-3/4	70	0.41	0,61	20	68	26	20-22
221FR-16	7/8	22	1.23	31	500	3,5	3-1/2	90	0.47	0,70	20	68	26	20-22

Ilustración 23. Diámetros de tuberías Parker

### 3.1.5. Simular el comportamiento estructural del banco de pruebas diseñado para el motor Chevrolet Tracker de 138hp, mediante software Solidworks

#### Plano del Banco de pruebas:



#### 3.1.5.1. Análisis de mallado del componente

Como base tomaremos el siguiente diseño propuesto:

Fuente: Elaboración Propia

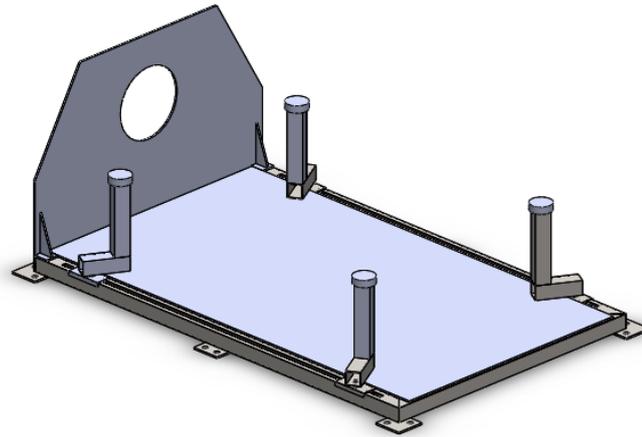


Ilustración 24. Base del diseño

Se programa como partes fijas las bases del banco de pruebas; así como, los agujeros de las bases en las cuales irá instalada la pernería, además el peso del motor que es  $500Kg$ .

Fuente: Elaboración Propia

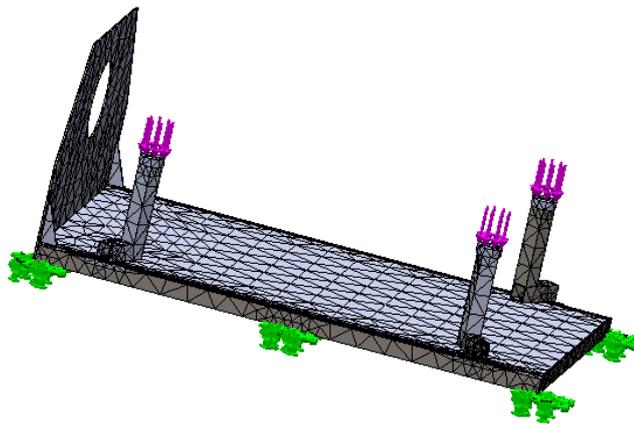


Ilustración 25. Mallado banco de pruebas

### 3.1.5.2. Análisis de esfuerzos, basado en la teoría de Von-Mises

Se emplea la teoría de V.M para el análisis de esfuerzos máximos, la barra de la derecha nos muestra los valores de tensiones, los cuales deben estar siempre por

debajo del límite elástico. Se utilizó el material AISI 1020, y la carga es el peso del motor: 500Kg.

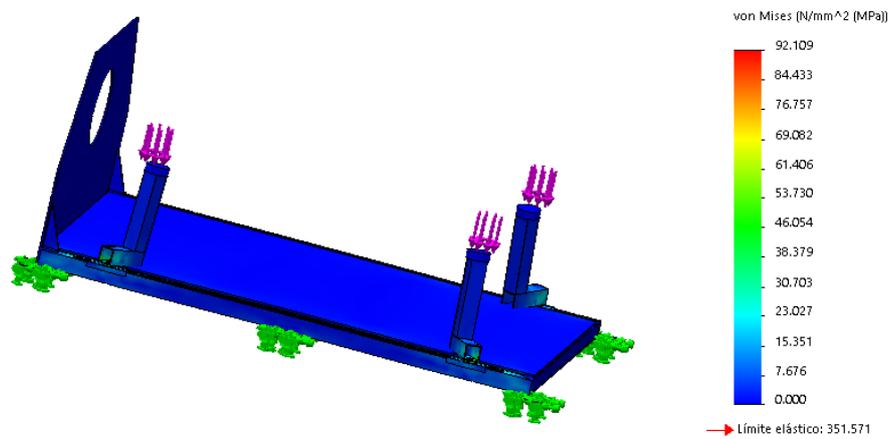


Ilustración 26. Análisis de esfuerzo mediante la teoría de Von Mises

El esfuerzo máximo encontrado es de 92.11 Mpa, que es mucho menor a 351.57 Mpa.

### 3.1.5.3. Análisis de desplazamientos

En base al esfuerzo de Von-Mises y el límite elástico del material podemos calcular los desplazamientos que se producen en la estructura.

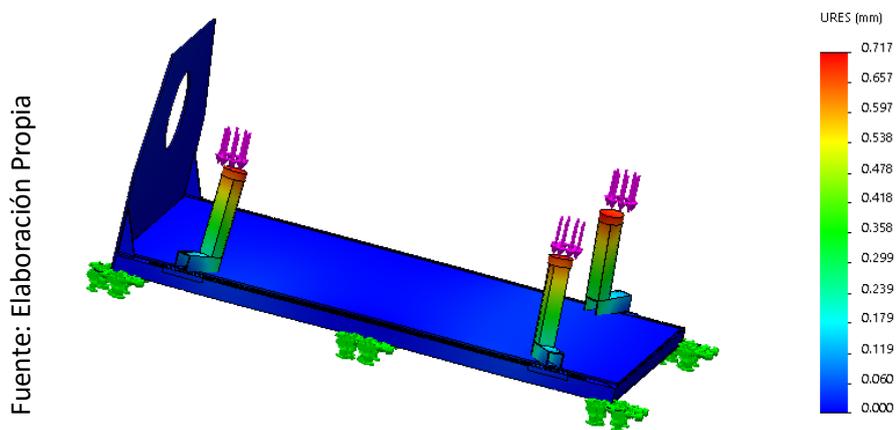


Ilustración 27. Análisis del desplazamiento mediante la teoría de Von Mises

El desplazamiento máximo producido es de 0.717mm, y dado que, los esfuerzos se encuentran en la zona elástica del material, entonces los desplazamientos volverán a su posición de reposo.

### 3.1.5.4. Análisis de factor de seguridad

Comparando los esfuerzos máximos producidos y el límite elástico del material determinamos los siguientes valores:

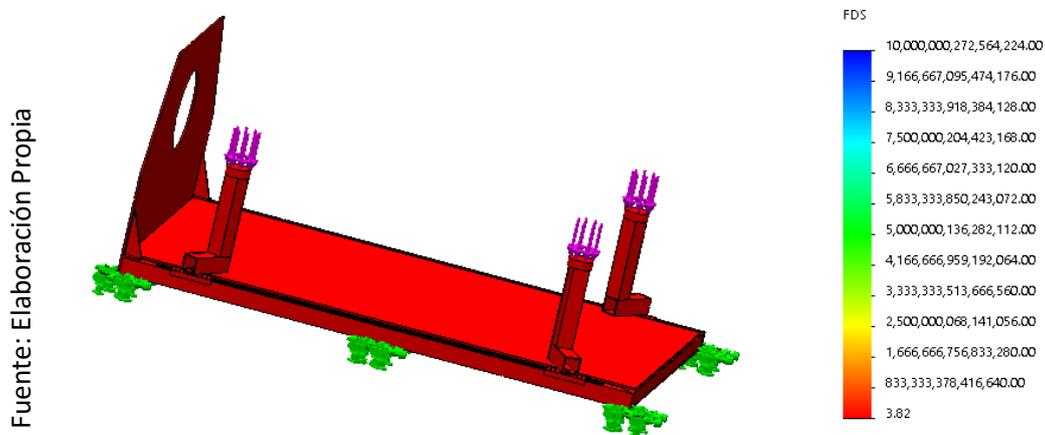


Ilustración 28. Análisis de factor de seguridad mediante la teoría de Von Mises

El valor mínimo del factor de seguridad en nuestro diseño es de 3.82, y es el que vamos a considerar en nuestro trabajo.

#### 3.1.5.1. Análisis de localización del proyecto

El punto de localización para el desarrollo de este proyecto es la ciudad de Cajamarca, donde se tiene instalada la base principal de la sierra del Perú, y donde estamos llevando a cabo cada vez más inversiones en nuevas implementaciones de equipos, esto debido a que las empresas cada vez están exigiendo mayores estándares de calidad para las reparaciones de sus equipos, y las cuales deben estar certificadas.

#### 3.1.5.2. Determinación del alcance del proyecto

Vamos a realizar el análisis de 10 motores reparados al mes, producción que se logrará puesto que contamos con todos los recursos respectivos para este tipo de trabajo.

#### 3.1.5.3. Recursos del proyecto

Para la elaboración de este banco de pruebas se necesita de los siguientes recursos:

- 02 mecánicos
- 01 supervisor del proyecto
- 01 supervisor de seguridad
- Materiales y equipos indicados en el presupuesto económico

El equipo de banco de pruebas y sus complementos serán ubicados en el área de reparación de motores, para la fabricación tomaremos en cuenta los planos, así como las recomendaciones de diseño.

### 3.1.5.4. Proceso de producción

Ya fue definido en las bases teóricas del presente proyecto.

### 3.1.5.5. Presupuesto de fabricación del banco de pruebas

Los costos de los demás equipos calculados en la presente tesis no se agregan, puesto que la empresa cuenta con ellos.

Costos de materiales					
Ítem	Cant.	UME	Descripción	PU (S/.)	PT (S/.)
1	1	Und	Sensor de temperatura de aceite	S/.48.90	S/.48.90
2	1	Und	Sensor de presión de aceite	S/.39.12	S/.39.12
3	1	Und	Sensor de temperatura del refrigerante	S/.32.60	S/.32.60
4	1	Und	Indicador de temperatura de aceite	S/.81.50	S/.81.50
5	1	Und	Indicador de presión de aceite	S/.97.80	S/.97.80
6	1	Und	Indicador de temperatura del motor	S/.65.20	S/.65.20
7	1	Und	Indicador de voltaje	S/.32.60	S/.32.60
8	1	Und	Indicador de amperaje	S/.32.60	S/.32.60
9	1	Und	Indicador de RPM	S/.81.50	S/.81.50
10	1	Und	Sensor de oxígeno	S/.260.80	S/.260.80
11	1	Und	Voltímetro de 10 a 16 V	S/.48.90	S/.48.90
12	1	Und	Manómetro de 0 a 100 psi	S/.39.12	S/.39.12
13	1	Und	Sensor de presión de combustible	S/.65.20	S/.65.20
14	1	Und	Indicador de presión de combustible	S/.97.80	S/.97.80
15	1	Glb	Estructuras metalmecánicas	S/.1,500.00	S/.1,500.00
16	1	Und	Dinamómetro	S/.25,000.00	S/.25,000.00
Costos mano de obra					
Item	Cant.	UME	Descripción	PU (S/.)	PT (S/.)
1	200	HH	Mano de obra	S/.11.50	S/.2,300.00
				<b>Total</b>	<b>S/.29,823.64</b>

Tabla 1. Presupuesto de fabricación del banco de pruebas

### 3.1.5.6. Retorno de inversión del proyecto

Vamos a realizar una inversión de S/29,823.64 para la fabricación del banco de ensayos, además sabemos que el costo por reparación de cada motor es de S/8,000 y realizaremos 10 reparaciones al mes.

	Costo por fabricación		Rentabilidad mensual		ROI
oct-18	S/	29,823.64	S/	80,000.00	
nov-18	S/	29,823.64	S/	80,000.00	
dic-18	S/	29,823.64	S/	80,000.00	
ene-19	S/	29,823.64	S/	80,000.00	
feb-19	S/	29,823.64	S/	80,000.00	
mar-19	S/	29,823.64			
abr-19	S/	29,823.64			
may-19	S/	29,823.64			
jun-19	S/	29,823.64			
jul-19	S/	29,823.64			
ago-19	S/	29,823.64			
set-19	S/	29,823.64			
<b>Annual</b>	<b>S/</b>	<b>357,883.68</b>	<b>\$</b>	<b>400,000.00</b>	<b>1.12</b>

Tabla 2. Retorno de inversión del Proyecto

Analicemos, el retorno de inversión:

Un retorno de inversión de 1.12 nos está indicando que pasado 05 meses la empresa logrará obtener utilidades, y el costo de la inversión de nuestro proyecto habrá sido recuperado.

#### **IV. DISCUSIÓN**

En el presente proyecto de Investigación se presenta un Diseño de banco de pruebas para motor Chevrolet Tracker de 138 hp para mejorar la productividad de la empresa General Motors – Cajamarca.

En lo que refiere al campo Automotriz la mayoría de motores de Combustión Interna están sometidos a diferentes índices de trabajo y funcionamiento, en la cual se realizan pruebas de mediciones con pruebas severas de durabilidad y carga, para poder alcanzar los resultados previstos en este proyecto.

Las principales pruebas nos van a servir en la obtención de los valores referentes a la potencia que desarrolla el motor, consumo de combustible, emisiones de gases de escape, el par motor y otros. Entones para poder utilizar este equipo de pruebas debemos conocer la información que se presenta en este proyecto para utilizarlos en los diferentes motores para poder determinar la variación de los distintos parámetros del funcionamiento en el motor cuando se va a cambiar las condiciones de trabajo que van a desempeñar.

Entonces en este sentido el Banco de Pruebas propuesto va a cumplir con los procesos y estándares del Fabricante que es General Motors. Para así poder dar más confiabilidad a los diferentes usuarios y clientes que utilizan este tipo de motores en la marca Chevrolet, reduciendo posibles daños en los motores, gastos innecesarios, y por ende posteriores reclamos por parte de los clientes y usuarios.

Entonces podemos afirmar que este Equipo de pruebas es una herramienta muy útil que debería ser utilizado por la empresa General Motors – Cajamarca para mejorar la productividad de la misma, este equipo de pruebas también se puede proponer para ser utilizado en otras marcas del rubro Automotriz.

## V. CONCLUSIONES

1. Se seleccionan los elementos principales y adecuados para el motor Chevrolet Tracker de 138HP. Elementos como son un Dinamómetro hidráulico modelo DT – 2000. El radiador debe de tener por dimensiones máximas 950X500X100mm, con diámetros para tubería de 50.8mm. Las líneas de líquido refrigerante deben tener un diámetro de 50.8mm y deben de ser de material aluminio.
2. Dentro de la construcción del Banco de Pruebas se considera que el material para la estructura es AISI 1020 y el peso del motor de 500Kg. El esfuerzo máximo encontrado es de 92.11Mpa, que es mucho menor a 351.57Mpa. El desplazamiento máximo producido es de 0.717mm, y dado que, los esfuerzos se encuentran en la zona elástica del material, entonces los desplazamientos volverán a su estado inicial. Estos datos servirán para poder simular el Banco de Pruebas en el programa Solidworks.
3. La inversión para nuestro proyecto es de S/29,823.64 . La inversión solo para la fabricación de la estructura es de S/2,300.00. Nuestro retorno de inversión en el mes de febrero del 2019 es de 1.12, eso quiere decir que a partir de este punto tendremos una utilidad neta.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda instalar los elementos seleccionados en el presente trabajo de investigación, con ello se asegura el buen funcionamiento del banco de pruebas
2. Se recomienda instalar un sistema para silenciar al sistema de escape
3. Las líneas de combustible deben de tener un diámetro interno de ½”
4. Seguir el dimensionamiento brindado en el diseño de detalle de la estructura
5. Utilizar el material AISI 1020 para el diseño del banco de pruebas, puesto que con otro material no se asegura que las tensiones y deformaciones estén dentro de lo permisible en los cálculos de elementos finitos
6. Se recomienda seguir todos los pasos indicados en este proyecto, puesto que con ello aseguramos el cumplimiento del retorno de inversión.

## VII. REFERENCIAS

- Anderson, Richard. 2015, p. 1.** *bbc.com*. [En línea] 2015, p. 1.  
[https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/09/150925\\_economia\\_autos\\_diesel\\_lf](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/09/150925_economia_autos_diesel_lf).
- BUDYNAS, Richard. 2008.** *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. Mexico : Mc Graw Hill, 2008. 5.
- CARRO, Roberto. 2015.** *nulan.mdp.edu.ar*. [En línea] 2015.  
[http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02\\_productividad\\_competitividad.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf).
- EGUSQUIZA, Julio y SANCHEZ, Julio. 2009, p. 180-181.** *PUCP*. [En línea] 2009, p. 180-181.  
[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/586/EG%c3%9aSQUIZA\\_GO%c3%91I\\_JULIO\\_C%c3%89SAR\\_TURBINAS\\_BANKI\\_LABORATORIO\\_ENERG%c3%8dA\\_PUCP.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/586/EG%c3%9aSQUIZA_GO%c3%91I_JULIO_C%c3%89SAR_TURBINAS_BANKI_LABORATORIO_ENERG%c3%8dA_PUCP.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- EL BLOG SALMON. 2011.** *elblogsalmon.com*. [En línea] 2011.  
<https://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-es-la-productividad>.
- Emprende Pyme. 2016.** *Emprende Pyme.net*. *Emprende Pyme.net*. [En línea] Julio de 2016. [Citado el: 05 de Junio de 2018.] <https://www.emprendepyme.net/que-es-la-productividad-empresarial.html>.
- ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE DONOSTIA. 2015.** *sc.ehu.es*. [En línea] 2015. <http://www.sc.ehu.es/nmwmgaj/bancomot.htm>.
- FERREIRA, Rene. 2008.** *biblioteca.usbbog.edu.co*. [En línea] 2008.  
<http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/43285.pdf>.
- FUNDACION DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS LATINOAMERICANAS. 2002.** *fiel.org*. [En línea] 2002.  
<http://www.fiel.org/publicaciones/Libros/productividad.pdf>.
- Fygueroa, Simón. 2008, p. 11.** *researchgate.net*. [En línea] 2008, p. 11.  
[https://www.researchgate.net/profile/Simon\\_Fygueroa/publication/44360583\\_Problemas\\_de\\_motores\\_de\\_combustion\\_interna\\_Simon\\_J\\_Fygueroa\\_S\\_y\\_Jesus\\_O\\_Araque\\_M/links/5562008d08ae6f4dcc952b42/Problemas-de-motores-de-combustion-interna-Simon-J-Fygueroa-S-y-Jesus-](https://www.researchgate.net/profile/Simon_Fygueroa/publication/44360583_Problemas_de_motores_de_combustion_interna_Simon_J_Fygueroa_S_y_Jesus_O_Araque_M/links/5562008d08ae6f4dcc952b42/Problemas-de-motores-de-combustion-interna-Simon-J-Fygueroa-S-y-Jesus-).

**GALVEZ, Edgar. 2013, p. 135-136.** biblioteca.usac.edu.gt. [En línea] 2013, p. 135-136. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0732\\_M.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0732_M.pdf).

**GALVEZ, Edgar de Jesús. 2013.** *Diseño de un Banco de Pruebas para Motores de Combustión Interna.* Guatemala : s.n., 2013.

**Gálvez, Edgar. 2013, p. 129.** *Diseño de un banco de pruebas para motores de combustión interna.* 2013, p. 129.

**Garces, Manuel. 2010, p. 14.** *Adaptación del banco de prueba turbohélice prototipo para la verificación de las performances del motor AI-20D serie V que equipa a los aviones Antinov AN-32.* Lima : s.n., 2010, p. 14.

**GONZALES, Alejandro. 2006.** *Diseño de un Banco de Pruebas para motores de automóviles.* Sartenejas : s.n., 2006.

**GONZALEZ, Alejandro y TEJADA, Miguel. 2006, p. 108.** 159.90.80.55. [En línea] 2006, p. 108. <http://159.90.80.55/tesis/000130747.pdf>.

**HERNANDEZ, Alexander. 2011.** Biblioteca Universidad Pontificia Bolivariana. [En línea] 05 de Abril de 2011. [http://biblioteca.upbbga.edu.co/docs/digital\\_20794.pdf](http://biblioteca.upbbga.edu.co/docs/digital_20794.pdf).

**HERNANDEZ, Alexander y PORTILLO, Cristian. 2011.** upbbga.edu.co. [En línea] 2011. [http://biblioteca.upbbga.edu.co/docs/digital\\_20794.pdf](http://biblioteca.upbbga.edu.co/docs/digital_20794.pdf).

**I-CREO. 2014.** *Introducción a la Productividad.* s.l. : IMPIVA, 2014.

**ISO 9000:2015. 2015.** ISO. [En línea] 2015. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>.

**JOVENES EN LA CIENCIA. 2015.** jovenesenlaciencia.ugto.mx. [En línea] 2015. <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/494/pdf1>.

**LOTERO, Nicolas. 2008.** repository.eafit.edu.co. [En línea] 2008. [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/4359/NicolasMejia\\_SebastianGarcia\\_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/4359/NicolasMejia_SebastianGarcia_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**MARCHESE, Ricardo A. 2009.** Universidad de Tucuman. *Universidad de Tucuman.* [En línea] 2009. [Citado el: 28 de Mayo de 2018.] <http://www.faz.unt.edu.ar/images/stories/pdfs/pva/0938.pdf>. 95.

**MARTENS, Leonard. 1999.** oitcinterfor.org. [En línea] 1999.  
[https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/edit/docref/medicion\\_capacitacion.pdf](https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/edit/docref/medicion_capacitacion.pdf).

**MARTINEZ, Juan. 2011.** eprints.uanl.mx. [En línea] 2011.  
<http://eprints.uanl.mx/2564/1/1080089638.pdf>.

**MEDINA, Jorge. 2010.** *Modelo Integral de Productividad, Aspectos Importantes para su mplementación.* Bogotá : EAN No. 69, 2010.

**ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO. 2016.** ilo.org. [En línea] 2016.  
[http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/---emp\\_ent/---ifp\\_seed/documents/instructionalmaterial/wcms\\_553925.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---ifp_seed/documents/instructionalmaterial/wcms_553925.pdf).

**PEREZ, Fernando. 1990.** biblioteca.ucm.es. [En línea] 1990.  
<http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/D/0/D0052001.pdf>.

**Reverso Diccionario. 2016.** Reverso Diccionario. *Reverso Diccionario.* [En línea] Enero de 2016. [Citado el: 07 de Junio de 2018.] <https://diccionario.reverso.net/espanol-definiciones/banco+de+pruebas>.

**S.F. 2003.** tdx.cat. [En línea] 2003.  
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6837/05Jcb05de16.pdf>.

**Scribd. 2017.** scribd.com. [En línea] 2017.  
<https://es.scribd.com/document/363590485/BANCO-DE-PRUEBAS-PARA-MOTORES-DE-COMBUSTION-INTERNA-docx>.

—. **2017.** scribd.com. [En línea] 2017.  
<https://es.scribd.com/document/363590485/BANCO-DE-PRUEBAS-PARA-MOTORES-DE-COMBUSTION-INTERNA-docx>.

**SCRIBD. 2012.** scribd.com. [En línea] 2012.  
<https://es.scribd.com/doc/78246032/Banco-de-Prueba-Definicion>.

**SOLIS, Eduardo y MEJIA, Gabriela. 2011.** dspace.esPOCH.edu.ec. [En línea] 2011.  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1332/1/65T00022.pdf>.

**Tapia, Ivan. 2017.** SCRIBD. *SCRIBD.* [En línea] 06 de Noviembre de 2017. [Citado el: 18 de Mayo de 2018.] <https://es.scribd.com/document/363590485/BANCO-DE-PRUEBAS-PARA-MOTORES-DE-COMBUSTION-INTERNA-docx>.

**UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID. 2015.** ocw.upm.es. [En línea] 2015. <http://ocw.upm.es/ingenieria-mecanica/especificacion-de-dimensiones-y-tolerancias-gd-t/01-diseno/0101-diseno.pdf>.

**VULKAN. 2016.** vulkan.com. *vulkan.com*. [En línea] 2016. [Citado el: 15 de Mayo de 2018.] <http://www.vulkan.com/es-es/drivetech/aplicaciones/aplicaciones-especiales/bancos-de-pruebas>.

**WIKIPEDIA. 2018.** wikipedia.org. *wikipedia.org*. [En línea] 5 de Enero de 2018. [Citado el: 1 de Junio de 2018.] [https://es.wikipedia.org/wiki/Banco\\_de\\_pruebas](https://es.wikipedia.org/wiki/Banco_de_pruebas).

## ANEXOS

### Anexo N° 01: Dinamómetro hidráulico

#### DINAMÓMETRO HIDRÁULICO



Descripción del producto:

Precio FOB: US \$15 000 – 160 000 / Unidad

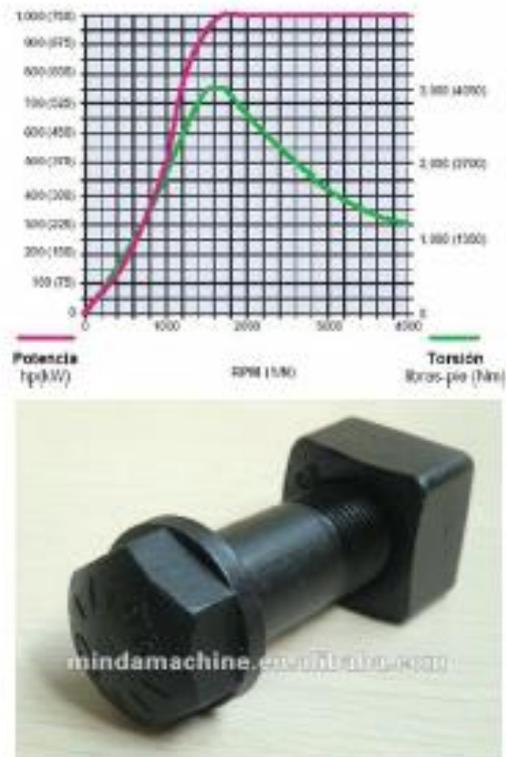
Puerto: Port Klang

Cantidad de pedido mínima: 1 Unidad/Unidades

Condiciones de pago: L/C,T/T

[HakitaEngineeringSdnBhd \[Malasia\] Datos de contacto](#)

## Anexo N° 02: Pernos de sujeción grado 8



Precio FOB: US \$0.3 - 10 / Pedazo

Puerto: FOBXIAMEN

Cantidad de pedido mínima: 3000 Pedazo/pedazos Más es el más barato

Condiciones de pago: L/C, T/T, Western Union

[Contactar Proveedor](#)

[Facebook](#) [Twitter](#) [Google](#) [Delicious](#) [Reddit](#)

MÁS DATOS SOBRE LA TRANSACCIÓN

### Anexo N° 03: Motor para accionamiento



Ventajas	Desventajas
<p>Menor Costo</p> <p>Tamaño reducido incluso para potencias elevadas</p> <p>Baja Inercia</p> <p>Permite realizar ensayos a carga estabilizada por tiempo indefinido (limitado sólo por la capacidad de disipación de calor de la torre de enfriamiento)</p>	<p>Bajo torque de frenado a bajas RPM</p> <p>Infraestructura costosa (bombas, tanques de agua, torre de enfriamiento)</p> <p>El elemento de enfriamiento (agua) interviene también en el frenado generando un compromiso entre torque de frenado y potencia disipada.</p> <p>Rango de trabajo reducido (relacionado con el punto anterior).</p> <p>Un mismo dinamómetro puede regularse para trabajar a bajas RPM con alto torque o para altas RPM con bajo torque, pero no ambas</p> <p>Como todos los dinamómetros de motores, es necesario retirar el motor del vehículo para ensayarlo.</p> <p>Desgaste elevado debido a la cavitación y turbulencias.</p> <p>Mantenimiento más frecuente</p>

Anexo N° 04: Válvula de paso

# Product Information

A PRODUCT OF VALVOLINE, A DIVISION OF ASHLAND INC.



## Valvoline's Premium Blue® Classic Engine Oil

Valvoline's Premium Blue Classic Engine Oil is designed to provide advanced lubricant performance in modern, low emission diesel engines - including engines with cooled exhaust gas recirculation (EGR) - operating under a wide variety of service conditions. The advanced product technology offers a long-life, extended drain capable\*, balanced formulation which helps maximize engine durability.

### The Premium Blue Classic Advantage

- Unique dispersive polymer technology (DPT), along with premium Group II baseoil, provides advanced soot control, and cold starts protection.
- Valvetrain wear protection and reduced oil filter restriction at high soot levels.
- High temperature deposit control, including single and two-piece pistons, and ring/liner wear protection.
- Higher TBN level for long-life performance.
- Extensively tested in Cummins®, as well as other OEM, engines.

Valvoline's Premium Blue Classic Engine Oil is endorsed by Cummins Engine Company and has been tested extensively by Valvoline and Cummins in stationary and on-road EGR engines. It is also approved against the CES 20076 specification. It is a Mack EO-N Premium Plus 2003 approved oil and is approved against Volvo VDS-3 and DDC Power Guard 93K214. It exceeds the lubrication requirements for Caterpillar, Detroit Diesel, Navistar, and other heavy duty diesel engines, including engine performance requirements of Caterpillar ECF-1A and ECF-2, and the Global DHD-1 Specification. The product meets API CI-4 Plus, API CH-4, API CH-4, CG-4, CF-4, CF / SL, the performance requirements of ACEA E3-96, E5-02, E7-08 and the engine requirements of DB 228.3, DDC 2000/4000 Series Type2/Type 1, MTU Type2/Type 1, MAN 3275, and MAN 271. It provides excellent performance in "mixed fleet" gasoline engines, pickup and delivery, city fleet, long haul over-the-road, and off-highway applications.

Typical Properties	15W-40
Viscosity @ 40 C, cSt	112.9
Viscosity @ 100 C, cSt	15.0
Viscosity Index	135
CCS Viscosity @ - 20 C, cP	6600
Borderline Pumping Viscosity @ - 25 C, cP	17,100
High Temp. High Shear Viscosity @ 150 C, cP	4.23
Noack Volatility, % loss	11.22
Pour Point, deg. C	-30
Sulfated Ash, %	1.6
Total Base Number (D-2896)	12
Foam / Aeration Test	Pass
Part Numbers	
Bulk	592862
Tote	591840
55 gal drum	591839
5 gal pail	591838

Endorsed and Recommended by Cummins Inc.



\* To determine your optimum maintenance interval, consult your owner's manual or call Valvoline at 1-800-ALL-FLEET. Results may vary based on environment, operating, and maintenance procedures.

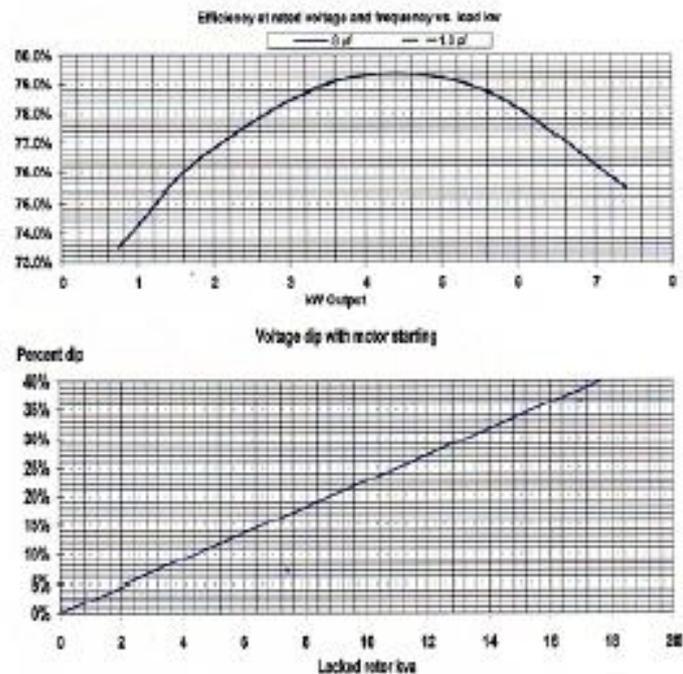
Refer to Valvoline's Material Safety Data Sheet for health and safety information.

This information only applies to products manufactured in the following location(s): USA, Canada.

Effective Date:	Expiration Date:	Replaces:	Author's Initials:	Pages	Code
06/05/2011	NA	06/26/2009	JRT	1	PBC 1101

## Anexo N° 05: Generador síncrono de 5kW

### GENERADOR SINCRONO DE 5kW.



---

**Marca y Distribuidor:**

Marathon Electric

Detroit Diesel – MTU Perú SAC

**Modelo:**

250 MSL 1237

**Tipo:**

Lima Mac con generador frame 250  
Auto-excitado, síncrono, con excitación  
incluida y regulación de voltaje  
electrónica y Brushless.

**Velocidad:**

1800RPM a 60 Hz con una velocidad  
de embalamiento permisible de 1.8  
veces la velocidad de régimen.

**Voltaje:**

240Y/480Y Voltios, trifásico.

**Salida:**

5kW a un factor de potencia 0.8

**Aislamiento:**

Clase F-Estator / H-Rotor

Eficiencia de carga:78.3%

Peso:160lb.

**Conexiones:**

Conector para sistema de 12 alambres.

<b>MANUAL DE OPERACIONES</b> <b>CONTROL</b>
--

**Dispositivos Eléctricos:**

Para los sistemas de control se utilizan los siguientes dispositivos, el cual presentamos las características principales:

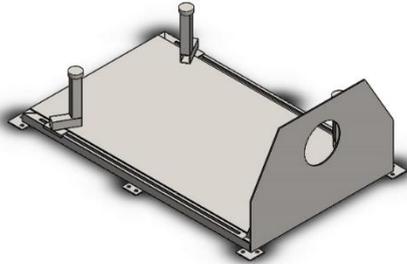
Dispositivo	Marca	Corriente de Carga máx. (A)	Φxlargo (mm)	Corriente Nominal (A)	Modelo	Cant.
Fusibles	Semikron	7,9	10x38	0,5-32	---	5
Rele Térmico	Ghisalba	7,9	---	8-11	RTD23E	1
Contactores	Ghisalba	7,9	---	12	GH15BN	3
Disyuntor	ABB	7,9	---	25		1
Pulsadores Dobles (I/O)	ABB	---	---	---	MCBH-111	3

Tipo de interruptores térmicos: Loadline AA /AM Frame MCCBs-Thermal/Magnetic-Interruptores Térmicos.

Tipo de rele térmico: Thermal overload relay-Réles Térmicos.

Tipo de pulsador: Doble luminoso superior verde inferior rojo, texto I/O, 1NC+1NA+1LB  
 Para estos fusibles se necesitan un soporte para poder ser instalados en la línea del alternador, por lo que procedemos a seleccionar una BASE PORTA FUSIBLE TIPO NH-Tripolar T00 con una corriente de hasta 125A. También pertenece a la marca SEMIKRON

## Anexo N° 06: Informe de elementos finitos



**Descripción**

**No hay datos**

## Simulación de Diseño alternativo banco de pruebas

**Fecha:** sábado, 03 de noviembre de 2018

**Diseñador:** Edwin Briones

**Nombre de estudio:** Análisis estructural

**Tipo de análisis:** Análisis estático

### Tabla de contenidos

<a href="#">Descripción</a> .....	55
<a href="#">Suposiciones</a> .....	¡Error! Marcador no definido.
<a href="#">Información de modelo</a> .....	¡Error! Marcador no definido.
<a href="#">Propiedades de estudio</a> .....	61
<a href="#">Unidades</a> .....	62
<a href="#">Propiedades de material</a> .....	62
<a href="#">Cargas y sujeciones</a> .....	66
<a href="#">Definiciones de conector</a> .....	66
<a href="#">Información de contacto</a> .....	66
<a href="#">Información de malla</a> .....	66
<a href="#">Detalles del sensor</a> .....	67
<a href="#">Fuerzas resultantes</a> .....	67
<a href="#">Vigas</a> .....	68
<a href="#">Resultados del estudio</a> .....	68
<a href="#">Conclusión</a> .....	¡Error! Marcador no definido.

## Anexo N° 07: Propiedades del material AISI 1020

### ACERO ASI-SAE 1020 (UNS G10200)

**1. Descripción:** acero de mayor fortaleza que el 1018 y menos fácil de conformar. Responde bien al trabajo en frío y al tratamiento térmico de cementación. La soldabilidad es adecuada. Por su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para elementos de maquinaria.

**2. Normas involucradas:** ASTM A108

**3. Propiedades mecánicas:** Dureza 111 HB  
Esfuerzo de fluencia 205 MPa (29700 PSI)  
Esfuerzo máximo 380 MPa (55100 PSI)  
Elongación 25%  
Reducción de área 50%  
Módulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)  
Maquinabilidad 72% (AISI 1212 = 100%)

**4. Propiedades físicas:** Densidad 7.87 g/cm<sup>3</sup> (0.284 lb/in<sup>3</sup>)

**5. Propiedades químicas:** 0.18 – 0.23 % C  
0.30 – 0.60 % Mn  
0.04 % P máx  
0.05 % S máx

**6. Usos:** se utiliza mucho en la condición de cementado donde la resistencia al desgaste y el tener un núcleo tenaz es importante. Se puede utilizar completamente endurecido mientras se trate de secciones muy delgadas. Se puede utilizar para ejes de secciones grandes y que no estén muy esforzados. Otros usos incluyen engranes ligeramente esforzados con endurecimiento superficial, pines endurecidos superficialmente, piñones, cadenas, tornillos, componentes de maquinaria, prensas y levas.

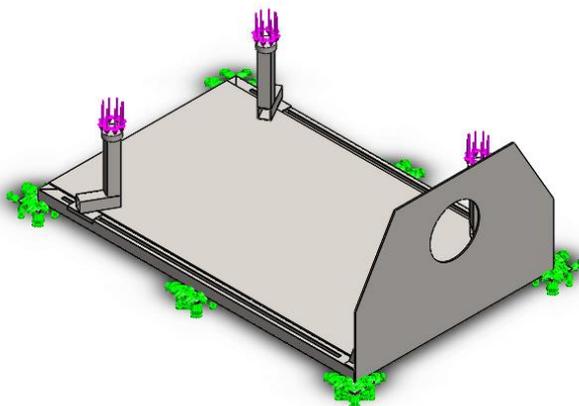
**7. Tratamientos térmicos:** se puede cementar para aumentarle la resistencia al desgaste y su dureza mientras que el núcleo se mantiene tenaz. Se puede recocer a 870 °C y su dureza puede alcanzar los 111 HB, mientras que con normalizado alcanza los 131 HB.

**NOTA:**

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

### ACERO MAQUINARIA -AISI 1020

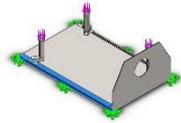
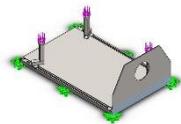
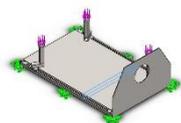
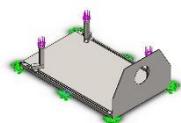
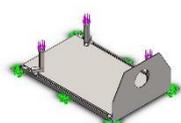
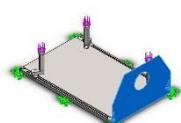
## INFORMACION DEL MODELO



Nombre del modelo: Diseño alternativo banco de pruebas  
Configuración actual: Predeterminado

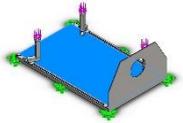
### Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Saliente-Extruir1	Sólido	Masa:0.915083 kg Volumen:0.000115833 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:8.96782 N	C:\\Edwin\\Diseño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
Saliente-Extruir1	Sólido	Masa:0.0679163 kg Volumen:8.597e-06 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:0.66558 N	C:\\Edwin\\Diseño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
Cortar-Extruir1	Sólido	Masa:0.204242 kg Volumen:2.58534e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:2.00157 N	C:\\Edwin\\Diseño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
Cortar-Extruir1	Sólido	Masa:0.236732 kg Volumen:2.9966e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:2.31997 N	C:\\Edwin\\Diseño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
Cortar-Extruir2	Sólido	Masa:0.724191 kg Volumen:9.16698e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:7.09707 N	C:\\Edwin\\Diseño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018

Saliente-Extruir1	Sólido	Masa:1.19455 kg Volumen:0.000151209 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:11.7066 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
Cortar-Extruir2 	Sólido	Masa:6.84495 kg Volumen:0.00086645 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:67.0805 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
Cortar-Extruir1 	Sólido	Masa:4.53548 kg Volumen:0.000574112 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:44.4477 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
Saliente-Extruir1 	Sólido	Masa:4.29275 kg Volumen:0.000543386 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:42.0689 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
Cortar-Extruir1 	Sólido	Masa:0.489235 kg Volumen:6.19285e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:4.7945 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
Cortar-Extruir1 	Sólido	Masa:0.489235 kg Volumen:6.19285e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:4.7945 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
Simetría1 	Sólido	Masa:27.7063 kg Volumen:0.00350713 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:271.522 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
Saliente-Extruir1	Sólido	Masa:0.915083 kg Volumen:0.000115833 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:8.96782 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
Saliente-Extruir1	Sólido	Masa:0.0679163 kg Volumen:8.597e-06 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:0.66558 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018

<Soporte deslizante 01>- <Cortar-Extruir1>	Sólido	Masa:0.204242 kg Volumen:2.58534e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:2.00157 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<Soporte deslizante 02>- <Cortar-Extruir1>	Sólido	Masa:0.236732 kg Volumen:2.9966e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:2.31997 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<Soporte deslizante 03>- <Cortar-Extruir2>	Sólido	Masa:0.724191 kg Volumen:9.16698e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:7.09707 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
Saliente-Extruir1	Sólido	Masa:1.19455 kg Volumen:0.000151209 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:11.7066 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<Disco fijación>-<Saliente- Extruir1>	Sólido	Masa:0.915083 kg Volumen:0.000115833 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:8.96782 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<Disco giratorio>-<Saliente- Extruir1>	Sólido	Masa:0.0679163 kg Volumen:8.597e-06 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:0.66558 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<Soporte deslizante 01>- <Cortar-Extruir1>	Sólido	Masa:0.204242 kg Volumen:2.58534e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:2.00157 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<Soporte deslizante 02>- <Cortar-Extruir1>	Sólido	Masa:0.236732 kg Volumen:2.9966e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:2.31997 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<Soporte deslizante 03>- <Cortar-Extruir2>	Sólido	Masa:0.724191 kg Volumen:9.16698e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:7.09707 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<Soporte deslizante 04>- <Saliente-Extruir1>	Sólido	Masa:1.19455 kg Volumen:0.000151209 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:11.7066 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo

			Sep 22 10:26:27 2018
<P1 - tubo cuadrado base horizontal>-<Cortar-Extruir2>	Sólido	Masa:6.84495 kg Volumen:0.00086645 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:67.0805 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<P2 - tubo cuadrado base transversal>-<Cortar-Extruir1>	Sólido	Masa:4.53548 kg Volumen:0.000574112 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:44.4477 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<P3 - tubo cuadrado base transversal-2>-<Saliente-Extruir1>	Sólido	Masa:4.29275 kg Volumen:0.000543386 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:42.0689 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<P4 - bases 2>-<Cortar-Extruir1>	Sólido	Masa:0.489235 kg Volumen:6.19285e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:4.7945 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<P4 - bases>-<Cortar-Extruir1>	Sólido	Masa:0.489235 kg Volumen:6.19285e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:4.7945 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<P4 - bases>-<Cortar-Extruir1>	Sólido	Masa:0.489235 kg Volumen:6.19285e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:4.7945 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<SimetríaDisco fijaciòn>-<<Disco fijaciòn>-<Saliente-Extruir1>>	Sólido	Masa:0.915083 kg Volumen:0.000115833 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:8.96782 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<SimetríaDisco giratorio>-<<Disco giratorio>-<Saliente-Extruir1>>	Sólido	Masa:0.0679163 kg Volumen:8.597e-06 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:0.66558 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<SimetríaSoporte deslizante 01>-<<Soporte deslizante 01>-<Cortar-Extruir1>>	Sólido	Masa:0.204242 kg Volumen:2.58534e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:2.00157 N	C:\\Edwin\\Di seño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018

<SimetríaSoporte deslizante 02>-<<Soporte deslizante 02>-<Cortar-Extruir1>>	Sólido	Masa:0.236732 kg Volumen:2.9966e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:2.31997 N	C:\\Edwin\\Diseño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<SimetríaSoporte deslizante 03>-<<Soporte deslizante 03>-<Cortar-Extruir2>>	Sólido	Masa:0.724191 kg Volumen:9.16698e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:7.09707 N	C:\\Edwin\\Diseño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<SimetríaSoporte deslizante 04>-<<Soporte deslizante 04>-<Saliente-Extruir1>>	Sólido	Masa:1.19455 kg Volumen:0.000151209 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:11.7066 N	C:\\Edwin\\Diseño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
<SimetríaP4 - bases>-<<P4 - bases>-<Cortar-Extruir1>>	Sólido	Masa:0.489235 kg Volumen:6.19285e-05 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:4.7945 N	C:\\Edwin\\Diseño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018
Saliente-Extruir1 	Sólido	Masa:71.6585 kg Volumen:0.0090707 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:702.253 N	C:\\Edwin\\Diseño\\Diseño alternativo Sep 22 10:26:27 2018

### Propiedades de estudio

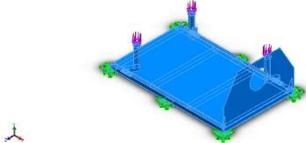
Nombre de estudio	Análisis estructural
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	Automático
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Activar
Desahogo inercial:	Desactivar

Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\\Edwin\\Diseño\\Diseño alternativo)

## Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m <sup>2</sup>

## Propiedades de material

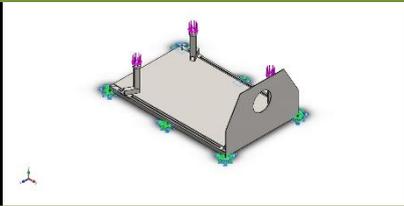
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> <b>Nombre:</b> AISI 1020  <b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal  <b>Criterio de error predeterminado:</b> Tensión de von Mises máx.  <b>Límite elástico:</b> 3.51571e+08 N/m<sup>2</sup>  <b>Límite de tracción:</b> 4.20507e+08 N/m<sup>2</sup>  <b>Módulo elástico:</b> 2e+11 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.29  <b>Densidad:</b> 7900 kg/m<sup>3</sup>  <b>Módulo cortante:</b> 7.7e+10 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de dilatación térmica:</b> 1.5e-05 /Kelvin </p>	<p> Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Base deslizante-1/Disco fijaciòn-1),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Base deslizante-1/Disco giratorio-1),  Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Base deslizante-1/Soporte deslizante 01-1),  Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Base deslizante-1/Soporte deslizante 02-1),  Sólido 1(Cortar-Extruir2)(Base deslizante-1/Soporte deslizante 03-1),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Base deslizante-1/Soporte deslizante 04-1),  Sólido 1(Cortar-Extruir2)(P1 - tubo cuadrado base horizontal-1),  Sólido 1(Cortar-Extruir1)(P2 - tubo cuadrado base transversal-1),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(P3 - tubo cuadrado base transversal-2-1),  Sólido 1(Cortar-Extruir1)(P4 - bases 2-1),  Sólido 1(Cortar-Extruir1)(P4 - bases-1),  Sólido 1(Simetría1)(Pared lateral dinamometro-1), </p>

		<p>Sólido 1(Saliente-Extruir1)(SimetríaBase deslizante-2/Disco fijaciòn-1),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(SimetríaBase deslizante-2/Disco giratorio-1),  Sólido 1(&lt;Soporte deslizante 01&gt;-&lt;Cortar-Extruir1&gt;)(SimetríaBase deslizante-2/SimetríaSoporte deslizante 01-1),  Sólido 1(&lt;Soporte deslizante 02&gt;-&lt;Cortar-Extruir1&gt;)(SimetríaBase deslizante-2/SimetríaSoporte deslizante 02-1),  Sólido 1(&lt;Soporte deslizante 03&gt;-&lt;Cortar-Extruir2&gt;)(SimetríaBase deslizante-2/SimetríaSoporte deslizante 03-1),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(SimetríaBase deslizante-2/Soporte deslizante 04-1),  Sólido 1(&lt;Disco fijaciòn&gt;-&lt;Saliente-Extruir1&gt;)(SimetríaBase deslizante1-2/SimetríaDisco fijaciòn-1),  Sólido 1(&lt;Disco giratorio&gt;-&lt;Saliente-Extruir1&gt;)(SimetríaBase deslizante1-2/SimetríaDisco giratorio-1),  Sólido 1(&lt;Soporte deslizante 01&gt;-&lt;Cortar-Extruir1&gt;)(SimetríaBase deslizante1-2/SimetríaSoporte deslizante 01-1),  Sólido 1(&lt;Soporte deslizante 02&gt;-&lt;Cortar-Extruir1&gt;)(SimetríaBase deslizante1-2/SimetríaSoporte deslizante 02-1),  Sólido 1(&lt;Soporte deslizante 03&gt;-&lt;Cortar-Extruir2&gt;)(SimetríaBase deslizante1-2/SimetríaSoporte deslizante 03-1),  Sólido 1(&lt;Soporte deslizante 04&gt;-&lt;Saliente-Extruir1&gt;)(SimetríaBase deslizante1-2/SimetríaSoporte deslizante 04-1),  Sólido 1(&lt;P1 - tubo cuadrado base horizontal&gt;-&lt;Cortar-Extruir2&gt;)(SimetríaP1 - tubo cuadrado base horizontal-2),</p>
--	--	---

		<p>Sólido 1(&lt;P2 - tubo cuadrado base transversal&gt;-&lt;Cortar-Extruir1&gt;)(SimetríaP2 - tubo cuadrado base transversal-2), Sólido 1(&lt;P3 - tubo cuadrado base transversal-2&gt;-&lt;Saliente-Extruir1&gt;)(SimetríaP3 - tubo cuadrado base transversal-2-2), Sólido 1(&lt;P4 - bases 2&gt;-&lt;Cortar-Extruir1&gt;)(SimetríaP4 - bases 2-2), Sólido 1(&lt;P4 - bases&gt;-&lt;Cortar-Extruir1&gt;)(SimetríaP4 - bases-2), Sólido 1(&lt;P4 - bases&gt;-&lt;Cortar-Extruir1&gt;)(SimetríaP4 - bases-3), Sólido 1(&lt;SimetríaDisco fijaciòn&gt;-&lt;&lt;Disco fijaciòn&gt;-&lt;Saliente-Extruir1&gt;&gt;)(SimetríaSimetríaBase deslizante1-3/SimetríaSimetríaDisco fijaciòn-1), Sólido 1(&lt;SimetríaDisco giratorio&gt;-&lt;&lt;Disco giratorio&gt;-&lt;Saliente-Extruir1&gt;&gt;)(SimetríaSimetríaBase deslizante1-3/SimetríaSimetríaDisco giratorio-1), Sólido 1(&lt;SimetríaSoporte deslizante 01&gt;-&lt;&lt;Soporte deslizante 01&gt;-&lt;Cortar-Extruir1&gt;&gt;)(SimetríaSimetríaBase deslizante1-3/SimetríaSimetríaSoporte deslizante 01-1), Sólido 1(&lt;SimetríaSoporte deslizante 02&gt;-&lt;&lt;Soporte deslizante 02&gt;-&lt;Cortar-Extruir1&gt;&gt;)(SimetríaSimetríaBase deslizante1-3/SimetríaSimetríaSoporte deslizante 02-1), Sólido 1(&lt;SimetríaSoporte deslizante 03&gt;-&lt;&lt;Soporte deslizante 03&gt;-&lt;Cortar-Extruir2&gt;&gt;)(SimetríaSimetríaBase deslizante1-3/SimetríaSimetríaSoporte deslizante 03-1), Sólido 1(&lt;SimetríaSoporte deslizante 04&gt;-&lt;&lt;Soporte deslizante 04&gt;-&lt;Saliente-Extruir1&gt;&gt;)(SimetríaSimetríaBase deslizante1-3/SimetríaSimetríaSoporte deslizante 04-1),</p>
--	--	---

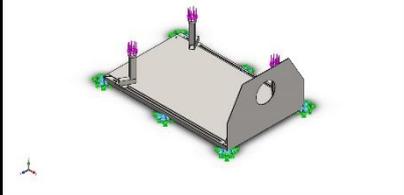
		Sólido 1(<SimetríaP4 - bases>-<<P4 - bases>-<Cortar-Extruir1>>) (SimetríaSimetríaP4 - bases-4), Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Techo inferior-1)
--	--	--

Datos de curva:N/A

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
<b>Fijo-1</b>		<b>Entidades:</b> 6 cara(s) <b>Tipo:</b> Geometría fija

**Fuerzas resultantes**

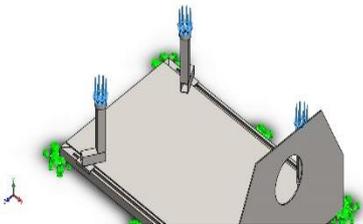
Componentes	X	Y	Z	Resultante
<b>Fuerza de reacción(N)</b>	-46.0363	4827.37	8.19552	4827.6
<b>Momento de reacción(N.m)</b>	0	0	0	0

<b>Fijo-2</b>		<b>Entidades:</b> 12 cara(s) <b>Tipo:</b> Geometría fija
---------------	---	---

**Fuerzas resultantes**

Componentes	X	Y	Z	Resultante
<b>Fuerza de reacción(N)</b>	81.3334	33.0993	5.6715	87.9935
<b>Momento de reacción(N.m)</b>	0	0	0	0

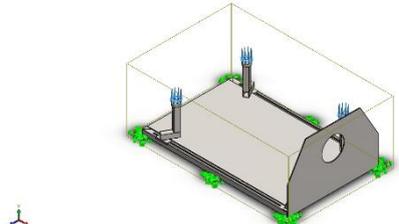
## Cargas y sujeciones

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<b>Entidades:</b> 3 cara(s) <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal <b>Valor:</b> 500 kgf

## Definiciones de conector

No hay datos

## Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		<b>Tipo:</b> Unión rígida <b>Componentes:</b> 1 componente(s) <b>Opciones:</b> Mallado compatible

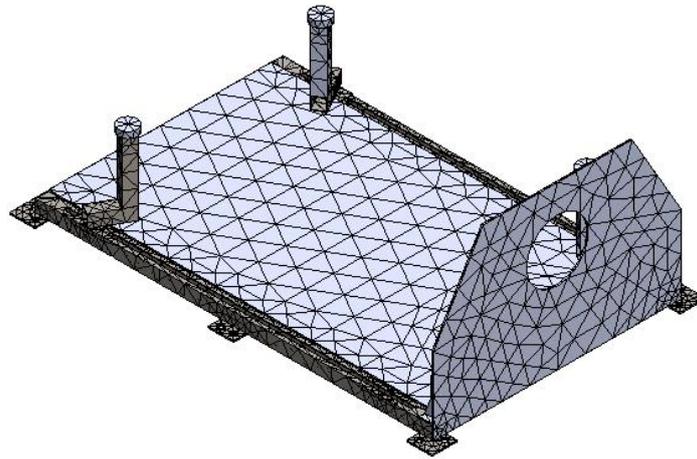
## Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	81.0898 mm
Tamaño mínimo del elemento	16.218 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

## Información de malla - Detalles

Número total de nodos	23228
Número total de elementos	11351
Cociente máximo de aspecto	159.74
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	7.5
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	49.3
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:14
Nombre de computadora:	EDWIN-PC

Nombre del modelo: Diseño alternativo banco de pruebas  
 Nombre de estudio: Análisis estructural (-Predeterminado-)  
 Tipo de malla: Malla sólida



## Detalles del sensor

No hay datos

## Fuerzas resultantes

### Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	8.22634	4910.67	-5.34053	4910.68

### Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

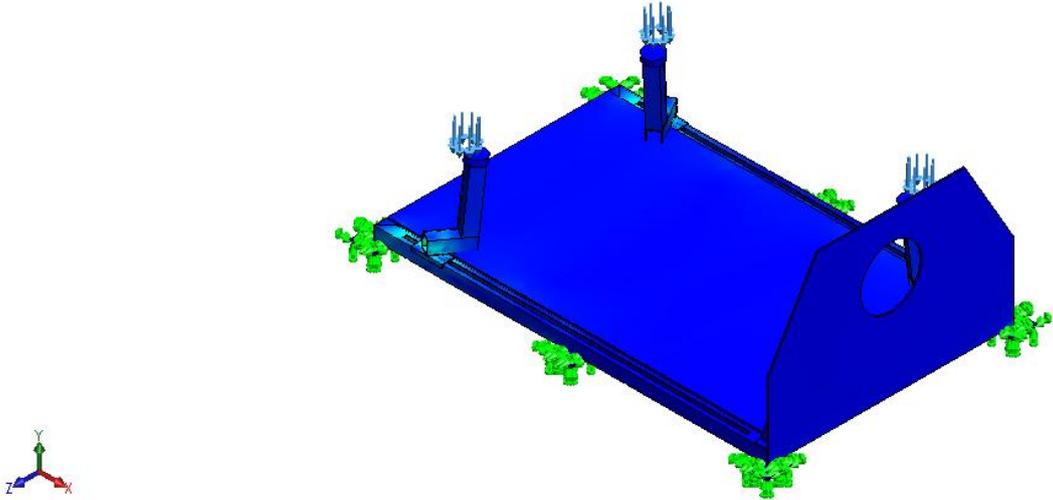
# Vigas

No hay datos

## Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
<b>Tensiones1</b>	VON: Tensión de von Mises	0.000 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 683	92.109 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 1207

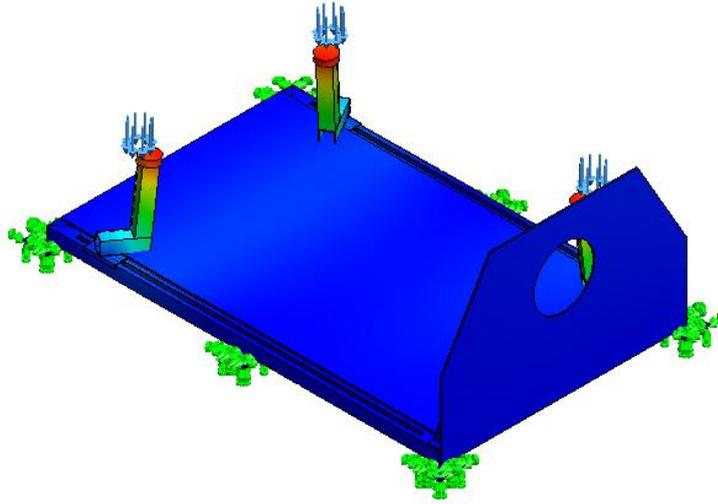
Nombre del modelo: Diseño alternativo banco de pruebas  
 Nombre de estudio: Análisis estructural(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1  
 Escala de deformación: 50



**Diseño alternativo banco de pruebas-Análisis estructural-Tensiones-Tensiones1**

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
<b>Desplazamientos1</b>	URES: Desplazamientos resultantes	0.000 mm Nodo: 683	0.717 mm Nodo: 10253

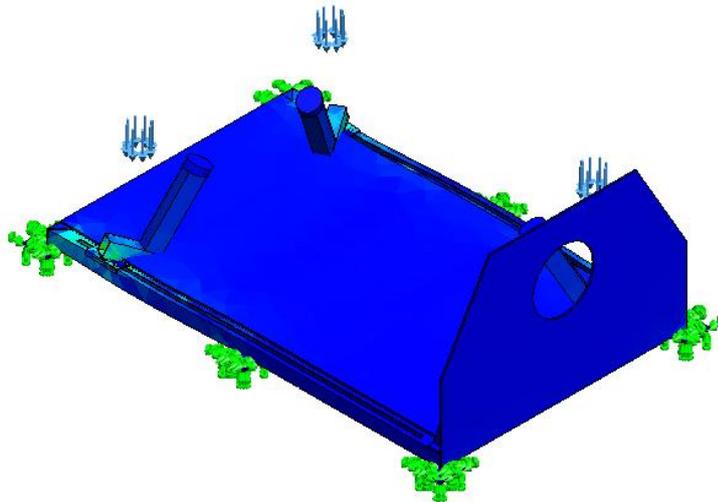
Nombre del modelo: Diseño alternativo banco de pruebas  
 Nombre de estudio: Análisis estructural(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
 Escala de deformación: 50



**Diseño alternativo banco de pruebas-Análisis estructural-Desplazamientos-Desplazamientos1**

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
<b>Deformaciones unitarias1</b>	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0.000e+00 Elemento: 337	2.475e-04 Elemento: 689

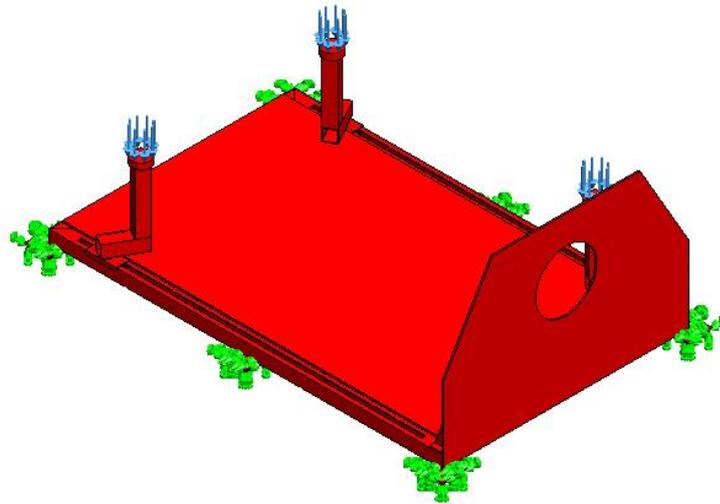
Nombre del modelo: Diseño alternativo banco de pruebas  
 Nombre de estudio: Análisis estructural(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
 Escala de deformación: 287.307



**Diseño alternativo banco de pruebas-Análisis estructural-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1**

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
<b>Factor de seguridad1</b>	Automático	3.82 Nodo: 1207	10,000,000,272,564, 224.00 Nodo: 683

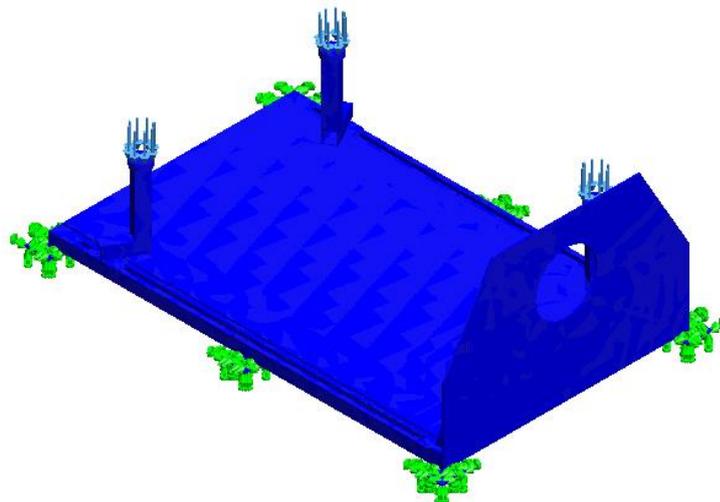
Nombre del modelo: Diseño alternativo banco de pruebas  
 Nombre de estudio: Análisis estructural(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
 Criterio: Automático  
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 3.8



**Diseño alternativo banco de pruebas-Análisis estructural-Factor de seguridad-Factor de seguridad1**

Nombre	Tipo
<b>Comprobación de fatiga1</b>	Trazado de comprobación de fatiga

Nombre del modelo: Diseño alternativo banco de pruebas  
 Nombre de estudio: Análisis estructural(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Trazado de comprobación de fatiga Comprobación de fatiga1



**Diseño alternativo banco de pruebas-Análisis estructural-Comprobación de fatiga-Comprobación de fatiga1**

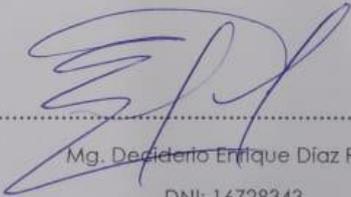
# ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 7
--	--	---

Yo, Deciderio Enrique Díaz Rubio, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada **"DISEÑO DE BANCO DE PRUEBAS PARA MOTOR CHEVROLET TRACKER DE 138 HP PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA GENERAL MOTORS - CAJAMARCA"**, del (de la) Br. Edwin Samuel Briones Saucedo, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Pimentel, 25 de octubre de 2019

  
.....  
Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio  
DNI: 16728343

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------

## REPORTE TURNITIN

Diseño de banco de pruebas para motor Chevrolet Tracker de 138 hp para mejorar la productividad de la empresa General Motors - Cajamarca

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>14%</b>	<b>7%</b>	<b>1%</b>	<b>12%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Continental</b> Trabajo del estudiante	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>www.placervial.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Europea de Madrid</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACION DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

 <b>UCV</b> <small>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</small>	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, EDWIN SAMUEL BRIONES SAUCEDO, identificado con DNI N.º 41173353, egresada de la Escuela de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la Universidad César Vallejo, autorizo (x), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado: "Diseño de banco de pruebas para motor chevrolet Tracker de 138 hp para mejorar la productividad de la empresa General Motors - Cajamarca"

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

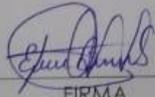
Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 41173353

FECHA: 23-10-2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprabó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

# AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P. INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:  
EDWIN SAMUEL BRIONES SAUCEDO

INFORME TITULADO:

«Diseño de banco de pruebas para motor Chevrolet Tracker de 138 hp para mejorar la productividad de la empresa General Motors - Cajamarca.»

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA.

SUSTENTADO EN FECHA: 02-10-2019

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR MAYORÍA



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
*[Firma]*  
Mgtr. Dante Omar Panto Carranza  
Coordinador de Escuela Ingeniería Mecánica Eléctrica

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN