



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Reingeniería y mantenimiento del sistema de control mecánico y electrónico del
dinamómetro de rodillos Motorroll (Md200hp), para el desarrollo de pruebas
dinámicas en vehículos.**

Poalacín Paucar, Gustavo Andrés y Vilaña Topón, Blanca Adriana

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Automotriz

Ing. Erazo Laverde, Washington Germán

Latacunga, 19 de marzo de 2021

Certificación



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Certificación:

Certifico que el trabajo de titulación **“Reingeniería y mantenimiento del sistema de control mecánico y electrónico del dinamómetro de rodillos motorroll (md200hp), para el desarrollo de pruebas dinámicas en vehículos”**, realizado por los señores **Poalacín Paucar, Gustavo Andrés y Vilaña Topón, Blanca Adriana**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo que cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto, me permito acreditarlo y autorizar a los señores **Poalacín Paucar, Gustavo Andrés y Vilaña Topón, Blanca Adriana** para que lo sustenten públicamente.

Latacunga, 19 de marzo del 2021

Firma:

Ing. Erazo Laverde, Washington Germán

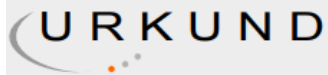
C.C.: 0501432637



Firmado electrónicamente por:

**WASHINGTON
GERMAN ERAZO
LAVERDE**

Urkund



Urkund Analysis Result

Analysed Document: PROYECTO_DE_TESIS_POALACÍN_VILAÑA-ERAZO FINAL1.pdf
(D99408159)

Submitted: 3/24/2021 2:25:00 AM

Submitted By: wgerazo@espe.edu.ec

Significance: 5 %



Firmado
digitalmente por
WASHINGTON
GERMAN ERAZO
LAVERDE
Fecha: 2021.03.24
09:12:38 -05'00'

Sources included in the report:

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/13199/1/T-ESPEL-MAI-0579.pdf>

Instances where selected sources appear:

9





DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Responsabilidad de autoría

Nosotros, **Poalacín Paucar Gustavo Andrés** con cédula de ciudadanía n° 1804335402 y **Vilaña Topón Blanca Adriana**, con cédula de ciudadanía n° 1722413919, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Reingeniería y mantenimiento del sistema de control mecánico y electrónico del dinamómetro de rodillos Motorroll (md200hp), para el desarrollo de pruebas dinámicas en vehículos**, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respeta los derechos intelectuales de terceros y referencia las citas bibliográficas.

Latacunga, 19 de marzo de 2021

Firma

Poalacín Paucar, Gustavo Andrés

C.C.: 1804335402

Vilaña Topón, Blanca Adriana

C.C.: 1722413919



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Autorización de publicación

Nosotros, **Poalacín Paucar Gustavo Andrés** con cédula de ciudadanía n°1804335402 y **Vilaña Topón Blanca Adriana**, con cédula de ciudadanía n°1722413919, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Reingeniería y mantenimiento del sistema de control mecánico y electrónico del dinamómetro de rodillos Motorroll (md200hp)**, para el desarrollo de **pruebas dinámicas en vehículos**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 19 de marzo de 2021

Firma

Poalacín Paucar, Gustavo Andrés

C.C.: 1804335402

Vilaña Topón, Blanca Adriana

C.C.: 1722413919

Dedicatoria

A mi querida madre María Eucebia, quien me brinda apoyo incondicional para superar cada uno de los obstáculos que se me presentan a lo largo de mi vida.

A mi hermana Jennifer Sorayda, con sus ocurrencias e ideas me ayuda en los momentos que más necesito.

A mi abuelita Magdalena que siempre está presente con sus buenos deseos y bendiciones

A mi esposa Jessica, por su apoyo y paciencia con la cual luchamos por salir adelante y alcanzar cada uno de nuestros sueños, a mi hija Scarlett Yael quien con su cariño lleno de ternura me impulsa a luchar cada vez más.

El presente trabajo va por todas ustedes, y por quienes creyeron siempre en mí.

Dedicatoria

Quiero dedicar este proyecto a todas las personas que de una u otra manera me apoyaron con un granito de arena para alcanzar esta meta, a mis padres por darme la vida y por enseñarme el valor de la responsabilidad a mis hermanas y hermanos a mis cuñadas y suegros por el apoyo incondicional y en especial a mi esposo por ser un pilar fundamental en esta etapa de mi vida.

Agradecimiento

A DIOS por colmarme de bendiciones, a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, a los Señores Ingenieros quienes supieron impartirme sus conocimientos no solo para mi formación académica sino también para mejorar como persona, de manera especial a mi director de tesis Ing. GERMAN ERAZO quien supo guiarme con su apoyo en el desarrollo del presente Trabajo de Graduación, y a todas las personas quienes me brindan su apoyo incondicional.

Agradecimiento

Quiero agradecer a Dios por sus bendiciones y permitir culminar mi carrera, a mis padres Segundo Vilaña y Clemencia Topón por darme la vida y enseñarme muchos valores y guiarme por el camino del bien, a mis hermanos y hermanas por el apoyo incondicional en especial a Rene Vilaña por ser mi motivación a seguir esta linda carrera y ser como mi segundo padre. A mis suegros, José Chanataxi y María Paucar, por apoyarme moralmente y ser un ejemplo a seguir, a mis cuñadas por su apoyo brindado en esta etapa de mi vida, en especial quiero agradecer a mi esposo Stalin Chanataxi por ser un apoyo incondicional en los momentos difíciles y ser un pilar fundamental en mi vida y carrera profesional.

A mi tutor de tesis Ing. German Erazo por todas sus enseñanzas y ser guía esencial en el desarrollo del proyecto, a mi compañero Gustavo por la lucha y esfuerzo diario para alcanzar nuestra meta.

Tabla de Contenidos

Carátula	1
Certificación	2
Urkund	3
Dedicatoria	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento	8
Agradecimiento	9
Tabla de Contenidos	10
Tabla de figuras	14
Índice de Tablas	16
Tabla de Ecuaciones	17
Resumen	18
Abstract	19
Marco metodológico de la investigación	20
Antecedentes investigativos	20
Planteamiento del problema	21
Descripción resumida del proyecto	22
Justificación e importancia	23
Objetivos	24
<i>Objetivo general</i>	24
<i>Objetivos específicos</i>	24
<i>Metas del proyecto</i>	24
Hipótesis	24
Variables de la investigación	25
<i>Variables independientes</i>	25
<i>Variable dependiente</i>	25
Operacionalización de variables	25
<i>Variables independientes</i>	25
<i>Variables dependientes</i>	26
Metodología de desarrollo del proyecto	26
<i>Método Comparativo</i>	27
<i>Método Experimental</i>	27
<i>Método de Matematización</i>	27
<i>Método de Medición</i>	28
<i>Método Inductivo</i>	28
<i>Método Deductivo</i>	28

<i>Método de observación directa</i>	28
<i>Método Comparativo</i>	29
<i>Metodología</i>	30
<i>Método de Matematización</i>	29
<i>Método de Medición</i>	29
<i>Método Inductivo</i>	30
<i>Método de observación directa</i>	30
Marco teórico	31
Dinamómetro	31
Principios de operación	31
Tipos de dinamómetros.....	32
<i>Dinamómetro de banco</i>	32
<i>El dinamómetro de inercia</i>	32
<i>Dinamómetro de chasis</i>	33
Tipos de frenos.....	33
<i>Freno hidráulico</i>	34
<i>Freno Hidráulico tipo Froude</i>	36
<i>Freno por Inducción Electromagnética</i>	37
<i>Freno corriente de Foucault o corrientes parásitas de Eddy6</i>	37
Tipos de dinamómetros por su aplicación	38
<i>Dinamómetro de motor</i>	38
<i>Dinamómetro de rodillos</i>	39
Elementos del dinamómetro de chasis.....	39
<i>Chasis</i>	39
<i>Rodillos</i>	40
<i>Dispositivos de adquisición de datos</i>	40
<i>Unidad de absorción de potencia</i>	40
Pérdidas mecánicas	41
<i>Clasificación de las pérdidas mecánicas.</i>	42
Pérdidas por Fricción	42
Tipos de rendimiento	43
<i>Rendimiento Térmico (nc)</i>	43
<i>Rendimiento mecánico (nm)</i>	45
<i>Rendimiento volumétrico (nv)</i>	46
Factor de Corrección (Ka).....	47
Curvas características del dinamómetro de motor de chasis.	48
<i>Potencia a la rueda</i>	48
<i>Potencia de arrastre.</i>	49

<i>Potencia al motor</i>	49
Par motor o torque.....	49
Consumo de combustible	50
Pruebas a obtenerse en un dinamómetro de chasis.....	52
<i>Simulación de Carga</i>	52
<i>Potencia del Motor</i>	52
<i>Medición de Elasticidad</i>	52
<i>Prueba Lug – Down La prueba Lug Down</i>	52
<i>Pruebas estáticas</i>	53
<i>Pruebas dinámicas ciclo ASM</i>	53
Mantenimiento	54
<i>Tipos de mantenimiento</i>	54
<i>Mantenimiento correctivo</i>	55
<i>Mantenimiento preventivo</i>	55
Metodología reingeniería de proceso de optimización del dinamómetro.....	56
Introducción	56
Características generales del dinamómetro de rodillos Motorrol Md 200 hp	56
Evaluación del sistema mecánico e hidráulico	56
Evaluación del sistema eléctrico- electrónico	57
Evaluación general de los sistemas.	57
Levantamiento de requerimientos	58
Verificación de la estructura mecánica.....	60
Mantenimiento hidráulico.....	60
Mantenimiento de los sistemas que conforman el dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp.....	61
Pruebas previas de operación de los sistemas	70
Plan de mantenimiento	73
Reingeniería y adaptación de los nuevos sistemas.....	74
Método aplicado a la reingeniería.....	75
Resultados de la reingeniería.....	75
Beneficios de la reingeniería	76
Pruebas y procedimientos.....	78
Puesta a punto del dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp.....	78
Consideraciones de montaje y seguridad	80
Actualización de software, interfaz de control elementos de medición	80
Calibración del equipo.....	82
Simulación en el SolidWorks de los elementos del dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp.....	85

<i>Simulación de esfuerzo</i>	85
<i>Simulación de desplazamiento</i>	86
<i>Simulación de deformación</i>	86
<i>Factor de seguridad</i>	87
<i>Simulación de la velocidad angular</i>	87
<i>Simulación de tensión axial y flexión de la estructura</i>	88
<i>Simulación de desplazamiento de la estructura base</i>	88
<i>Simulación del factor de seguridad estructura base análisis</i>	89
Procedimiento para la puesta a punto e iniciar las pruebas	89
Procedimiento para la realización de las pruebas	91
Obtención de resultados, mediciones, obtención de gráficas y análisis	94
Análisis de variación de los parámetros mecánicos.....	94
Determinación de potencia y torque.....	94
Prueba inicial antes de la repotenciación	98
Después de la repotenciación	100
Prueba inicial antes de la repotenciación	100
Después de la repotenciación	102
Interpolación	105
Análisis de curvas	107
Tabulación de resultados.....	108
Marco administrativo.....	111
Recursos	111
Recursos humanos	111
Recursos materiales	111
Costo neto del proyecto	113
Conclusiones y recomendaciones	114
Conclusiones	114
Recomendaciones	115
Bibliografía	116
Anexos	118

Tabla de figuras

Figura 1 <i>Esquema de planteamiento de los problemas</i>	22
Figura 2 <i>Metodología de la investigación</i>	27
Figura 3 <i>Partes del freno Prony</i>	34
Figura 4 <i>Frenos hidráulicos</i>	36
Figura 5 <i>Dinamómetro de motor</i>	38
Figura 6 <i>Dinamómetro de rodillos</i>	39
Figura 7 <i>Elementos de un dinamómetro de chasis</i>	41
Figura 8 <i>Perdidas mecánicas por accionamiento del ventilado</i>	42
Figura 9 <i>Lazo de bombeo del diagrama indicador de un motor 4T</i>	43
Figura 10 <i>Rendimiento volumétrico en función de las rpm's</i>	47
Figura 11 <i>Sistema de transmisión de energía</i>	48
Figura 12 <i>Curva característica de un motor Otto</i>	51
Figura 13 <i>Prueba estática</i>	53
Figura 14 <i>Pruebas Dinámicas ciclo ASM</i>	54
Figura 15 <i>Tipos de mantenimiento</i>	55
Figura 16 <i>Sistema hidráulico del dinamómetro de rodillos</i>	57
Figura 17 <i>Sistema eléctrico en mal estado</i>	57
Figura 18 <i>Evaluación general del dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp</i>	58
Figura 19 <i>Estructura del dinamómetro rodillos Motorroll Md 200hp</i>	60
Figura 20 <i>Sistema eléctrico</i>	71
Figura 21 <i>Sistema hidráulico</i>	71
Figura 22 <i>Interfaz de Control</i>	72
Figura 23 <i>Sistemas mecánicos</i>	72
Figura 24 <i>Resultado del reemplazo de componentes</i>	76

Figura 25 <i>Pantalla principal del software BLAHA sistemas electrónicos</i>	81
Figura 26 <i>Interfaz de control</i>	81
Figura 27 <i>Mallado de ejes y rodillos con una fuerza de 4241.3761N</i>	85
Figura 28 <i>Simulación de esfuerzos</i>	85
Figura 29 <i>Simulación de desplazamiento</i>	86
Figura 30 <i>Simulación de deformación</i>	86
Figura 31 <i>Simulación de factor de seguridad</i>	87
Figura 32 <i>Simulación de la velocidad angular</i>	87
Figura 33 <i>Simulación de tensión axial y flexión de la estructura</i>	88
Figura 34 <i>Simulación de desplazamiento de la estructura</i>	88
Figura 35 <i>Simulación de factor de seguridad</i>	89
Figura 36 <i>Curvas de torque y potencia</i>	95
Figura 37 <i>Tabla de valores</i>	95
Figura 38 <i>Ficha Técnica del Chevrolet Wind 1.4cc</i>	106
Figura 39 <i>Curva de potencia alcanzada vs tiempo</i>	107
Figura 40 <i>Gráfica de Torque vs Tiempo</i>	108

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Variable independiente</i>	25
Tabla 2 <i>Desarrollo de pruebas dinámicas</i>	26
Tabla 3 <i>Metodología de la investigación</i>	29
Tabla 4 <i>Ficha Técnica del dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp</i>	56
Tabla 5 <i>Requerimiento mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos</i>	58
Tabla 6 <i>Especificaciones de la bomba</i>	61
Tabla 7 <i>Descripción antes del mantenimiento</i>	62
Tabla 8 <i>Descripción después del mantenimiento</i>	68
Tabla 9 <i>Plan de mantenimiento por hora de trabajo</i>	73
Tabla 10 <i>Elementos reemplazados y mantenimiento</i>	75
Tabla 11 <i>Elementos reemplazados del dinamómetro de rodillos</i>	76
Tabla 12 <i>Puesta a punto de los sistemas del dinamómetro</i>	78
Tabla 13 <i>Calibración del equipo</i>	82
Tabla 14 <i>Puesta a punto para iniciar las pruebas</i>	89
Tabla 15 <i>Procedimiento para la realización de las pruebas</i>	91
Tabla 16 <i>Prueba inicial antes de la repotenciación</i>	98
Tabla 17 <i>Prueba inicial antes de la repotenciación</i>	100
Tabla 18 <i>Datos de la repotenciación</i>	102
Tabla 19 <i>Pruebas de datos</i>	104
Tabla 20 <i>Tabulación de datos</i>	109
Tabla 21 <i>Recursos humanos</i>	111
Tabla 22 <i>Recursos Materiales</i>	111
Tabla 23 <i>Recursos Tecnológicos</i>	113

Tabla de Ecuaciones

Ecuación 1 <i>Rendimiento térmico</i>	44
Ecuación 2 <i>Rendimiento mecánico</i>	45
Ecuación 3 <i>Rendimiento volumétrico</i>	46
Ecuación 4 <i>Factor de corrección</i>	47
Ecuación 5 <i>Potencia al motor</i>	49
Ecuación 6 <i>Par motor o torque</i>	50
Ecuación 7 <i>Consumo de combustible</i>	51
Ecuación 8 <i>Calculo de Interpolación</i>	106

Resumen

La reingeniería y mantenimiento de los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos del dinamómetro de rodillos Motorroll (MD200hp) tiene como finalidad la optimización y el correcto funcionamiento de la potencia del vehículo para lo cual se debe realizar pruebas dinámicas en el mismo, y hay que tomar en este caso muy en cuenta las especificaciones de acuerdo al equipo utilizado que permite vehículos de hasta 2000cc. La presente investigación inicia con un diagnóstico general de los componentes en el cual, se determinó que se encuentran en su mayoría deterioradas y que el equipo tiene mayor a ocho años fuera de funcionamiento, por ello se procedió a reemplazar con nuevas partes hidráulicas que beneficien en su funcionamiento. Una vez sustituidas cada una de las partes se inicia la recolección de información técnica sobre el funcionamiento de cada sistema en especial, del sistema hidráulico, ya que se tuvo que realizar la reingeniería del mismo, por lo que se mejoró la eficiencia y eficacia del freno del dinamómetro y a la vez de cada uno de los sistemas, además, se procede a dar mantenimiento de los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos. Al realizar el mantenimiento general, por consiguiente, se calibra en el software BLAHA SISTEMAS ELECTRÓNICOS ESPECIALES BANCO DE POTENCIA la puesta a punto de dinamómetro de rodillos Motorroll para la ejecución de las pruebas de torque y potencia en el vehículo corsa Wind 1.4cc.

Palabras clave:

- **REINGENIERÍA**
- **DINAMÓMETRO**
- **MOTORROLL**
- **SISTEMA ELÉCTRICO**

Abstract

The reengineering and maintenance of the mechanical, hydraulic, electrical and electronic systems of the Motorroll roller dynamometer (MD200hp) is aimed at optimizing and correctly operating the vehicle's power, for which dynamic tests must be carried out on it, and there are in this case, to take into account the specifications according to the equipment used, which allows vehicles up to 2000cc. This investigation begins with a general diagnosis of the components in which, it was determined that they are mostly deteriorated and that the equipment has been out of operation for more than eight years, therefore it was replaced with new hydraulic parts that benefit in its operation. Once each of the parts had been replaced, the collection of technical information on the operation of each system in particular, the hydraulic system, began, since it had to be reengineered, so the efficiency and effectiveness of the brake was improved. of the dynamometer and at the same time of each one of the systems, in addition, the mechanical, hydraulic, electrical and electronic systems are maintained. When performing general maintenance, therefore, in the BLAHA SPECIAL ELECTRONIC SYSTEMS POWER BANK software, the set-up of the Motorroll roller dynamometer is calibrated for the execution of the torque and power tests on the Corsa Wind 1.4cc vehicle.

Keywords:

- **REENGINEERING**
- **DYNAMOMETER**
- **MOTORROLL**
- **ELECTRONIC SYSTEM**

Capítulo I

1. Marco metodológico de la investigación

1.1. Antecedentes investigativos

En la actualidad los nuevos sistemas tecnológicos realizan mejoras de los anteriores y adicionan a los automotores con la finalidad de mejorar el rendimiento de los mismos. La optimización brinda un gran aporte al campo automotriz, de tal manera que los costos y tiempos de predicción y corrección de los diferentes sistemas automotrices disminuyen, someten a diferentes parámetros de trabajo; a los motores de combustión interna incide en variaciones de potencia, torque y consumo de combustible, por lo tanto, el optimizar ayudará a mejorar los sistemas automotrices y el medio ambiente.

En el Ecuador los dinamómetros se utilizan en universidades, talleres mecánicos especializados que se encuentran involucradas en el campo del desarrollo de motores, mantenimiento de motores y en el campo de las competencias automovilísticas. Pueden encontrar en el país un taller mecánico especializado Dr. Powers, el cual utiliza el dinamómetro para realizar pruebas de fuerza y torque del motor cuando estos son sometidos a rediseños como colocación de un turbo, por último, está la Escuela Politécnica Nacional que emplea el dinamómetro para realizar diferentes pruebas en motores.

(Cerecero, 2012) menciona que: El dinamómetro en su acepción más general es un instrumento para medir fuerzas, basado en la deformación elástica de un resorte para medir fuerzas, basado en la deformación elástica de un resorte calibrado, sin embargo se les conoce también como dinamómetro o banco dinamométrico a los dispositivos empleados para absorber o disipar la potencia, generada por una máquina y con base en la medición de ciertos parámetros de la

máquina (como el momento de torsión y/o velocidad de giro, dependiendo del principio de operación del dinamómetro) se realiza el cálculo estimado de la potencia mecánica generada por la máquina, bajo diferentes condiciones de funcionamiento.

(Baltazar, 2017) en su investigación menciona que: También se define el Dinamómetro como un equipo complejo que sirve para comparar magnitudes físicas mediante la aplicación de una fuerza y una distancia. Existen equipos Dinamométricos de uso específico en el campo automovilístico que sirven para determinar el torque y a través de fórmulas determinar la potencia.

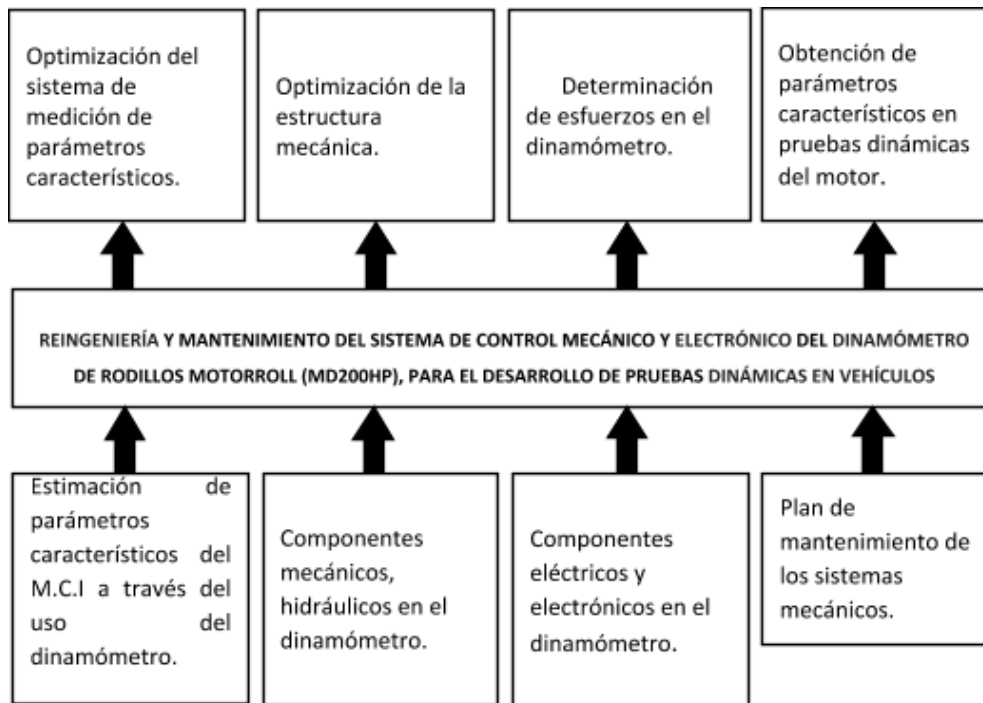
(Ávila, 2016) menciona que: El dinamómetro es un equipo el cual permite medir la energía que entrega el motor de un vehículo bajo diferentes rangos y cargas para poder tener un análisis de desempeño de las prestaciones de este motor, tanto en la ciudad como en la carretera.

1.2. Planteamiento del problema

Esta investigación parte de la necesidad de optimizar los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos, electrónicos y la estimación de parámetros característicos del M.C.I. a través del uso del dinamómetro Motorroll para la obtención de pruebas dinámicas en vehículos, se requiere realizar un plan de mantenimiento de los sistemas de tal manera que el problema a investigar es: Realizar la reingeniería y mantenimiento del sistema de control mecánico y electrónico del dinamómetro de rodillos Motorroll (md200Hp), para el desarrollo de pruebas dinámicas en vehículos.

Figura 1

Esquema de planteamiento de los problemas



1.3. Descripción resumida del proyecto

En la presente investigación se realizó lo siguiente:

Se obtuvo fuentes de información bibliográfica en fuentes confiables como: artículos científicos, libros, investigaciones científicas, páginas de internet.

Se determinó el estado de los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos, electrónicos.

Se seleccionó los componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos para la optimización del dinamómetro.

Se realizó la puesta a punto de los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos del dinamómetro.

Se calibró y se realizó pruebas de desempeño en el vehículo Chevrolet Corsa Wind de 1.4cc.

Se procedió a la realización de un plan de mantenimiento y utilización del dinamómetro de rodillos Motorroll.

Se realizó pruebas de laboratorio en el vehículo Chevrolet Corsa Wind de 1.4cc.

1.4. Justificación e importancia

El proyecto surge debido a que en el campo técnico de la Industria Automotriz evoluciona significativamente, debido a la creciente demanda de combustible y las normas ambientales que obliga a la industria a modernizar los diferentes componentes, ya sean estos mecánicos, eléctricos, hidráulicos y electrónicos con la finalidad de optimizar y sobre todo disminuir el impacto ambiental en los vehículos. En la presente investigación se analizará las diferentes pruebas dinámicas que se pueden realizar en el dinamómetro de rodillos Motorroll, para lo cual se procederá a realizar la optimización, puesta a punto y un plan de mantenimiento de los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos del dinamómetro de rodillos. Este análisis se lo realizó en el dinamómetro de rodillos Motorroll MD200 Hp, la calibración, pruebas y datos obtenidos servirá para la estimación de parámetros característicos del M.C.I. Los resultados de este proyecto permitirán a los estudiantes y al personal docente de la carrera de Ingeniería Automotriz utilizar el dinamómetro de rodillos Motorroll en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Por tal motivo la reingeniería y mantenimiento del dinamómetro de rodillos Motorroll permitirá ejecutar las pruebas dinámicas con la finalidad de realizar un correcto proceso de estudio y análisis técnico.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Realizar la reingeniería y mantenimiento del sistema de control mecánico y electrónico del dinamómetro de rodillos Motorroll (MD200Hp), para el desarrollo de pruebas dinámicas en vehículos.

1.5.2. Objetivos específicos

- Seleccionar los componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos para la optimización del dinamómetro de rodillos.
- Realizar la puesta a punto de los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos, electrónicos del dinamómetro.
- Efectuar la calibración y pruebas de desempeño en vehículos de 2000cc y hasta 120Hp.
- Ejecutar un plan y programa de mantenimiento para utilización del dinamómetro de rodillos Motorroll (md200Hp).

1.5.3. Metas del proyecto

- Poner a punto el dinamómetro de rodillos Motorroll para pruebas dinámicas en vehículos de 2000cc y hasta 120Hp.
- Verificar el correcto funcionamiento del dinamómetro de rodillos marca Motorroll (MD200Hp).

1.6. Hipótesis

La reingeniería y mantenimiento del sistema de control mecánico y electrónico del dinamómetro de rodillos permitirá el desarrollo de pruebas dinámicas en vehículos de 2000cc y hasta 120 Hp.

1.7. Variables de la investigación

1.7.1. Variables independientes

Reingeniería y mantenimiento del sistema de control mecánico y electrónico del dinamómetro de rodillos Motorroll (md200hp).

1.7.2. Variable dependiente

Desarrollo de pruebas dinámicas

1.8. Operacionalización de variables

1.8.1. Variables independientes

Tabla 1

Variable independiente: Reingeniería y Mantenimiento del Sistema de Control

Mecánico y Electrónico del Dinamómetro de Rodillos Motorroll (md200hp)

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
La reingeniería y desagregación va más allá de un cambio de activos o proceso del flujo de mantenimiento.	Académico	Mantenimiento	Diseño mecánico	Simulación	Protocolo de Prueba
	Desempeño mecánico	Software	Estructura	Simulación	Protocolo de Prueba
			Sistema electrónico	Simulación	Protocolo de Prueba
			Software	Simulación	Protocolo de Prueba

1.8.2. Variables dependientes

Tabla 2

Desarrollo de pruebas dinámicas

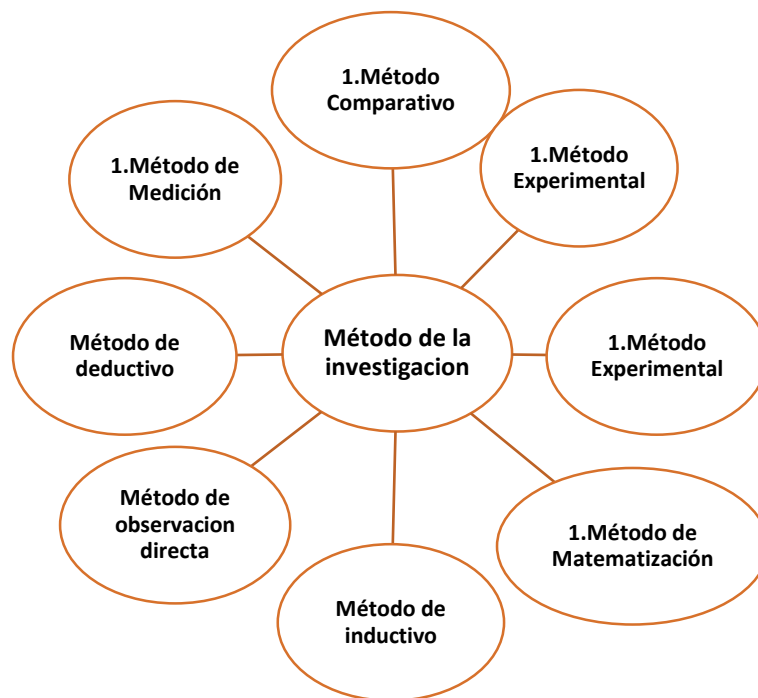
Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Estas pruebas permiten revisar de forma dinámica el comportamiento de un M.C.I como puede variar el torque y la potencia.	Académico	Torque	Nm	Medición	Dinamómetro de rodillos
	Desempeño mecánico	Potencia	KW	Medición	Dinamómetro de rodillos
		Consumo de combustible	Gal	Matematización	Protocolo de pruebas
	Académico Curvas características	Rendimiento térmico	%	Matematización	Protocolo de pruebas
		Rendimiento mecánico	%	Matematización	Protocolo de pruebas
		Rendimiento volumétrico	%	Matematización	Protocolo de pruebas

1.9. Metodología de desarrollo del proyecto

Se utilizaron varios métodos para el desarrollo del proyecto de investigación a continuación, en la Figura 2 se ilustran.

Figura 2

Metodología de la investigación



1.9.1. Método Comparativo

Con ayuda de este método permitió establecer el estado en el que se encuentran los sistemas mecánicos, neumáticos, eléctricos, hidráulicos y mecánicos del dinamómetro de rodillos para un funcionamiento óptimo.

1.9.2. Método Experimental

Con la ayuda de este método se realizó pruebas dinámicas en el dinamómetro de rodillos, para así poder establecer el funcionamiento óptimo de cada componente eléctrico, electrónico, mecánico, neumático e hidráulico.

1.9.3. Método de Matematización

Este método se utilizó para adquirir los resultados de la investigación, se compararon los parámetros que se necesite para continuar y poder justificar de una forma científica las pruebas dinámicas que se realicen al vehículo.

1.9.4. Método de Medición

Mediante este método se determinó las unidades en las que se manejarán los datos, se debe tomar en cuenta las escalas que manejen los equipos con los que se desarrollará pruebas dinámicas, esto se realizará en el laboratorio de motores.

1.9.5. Método Inductivo

Este método, permitió determinar los parámetros de funcionamiento de cada uno de los sistemas mecánicos, hidráulicos, neumáticos y electrónicos del dinamómetro de rodillos Motoroll para establecer una base de datos del comportamiento de cada elemento.

1.9.6. Método Deductivo

El análisis deductivo, permitió analizar según datos que se obtuvieron de la calibración y mantenimiento del dinamómetro de rodillos mediante el uso de software especializado del cual resultó las curvas de potencia, torque, rendimientos térmico, mecánico y volumétrico, los que servirán para interpretar su funcionamiento y seleccionar sus respectivos componentes

1.9.7. Método de observación directa

Este método permitió observar el estado en que se encontró al dinamómetro para poder realizar el mantenimiento y puesta a punto.

Tabla 3

Metodología de la investigación

Metodología	Investigación	Instrumento /equipo	Laboratorio
Método Comparativo	Con ayuda de este método permitió establecer el estado en el que se encuentran los sistemas mecánicos, neumático, eléctrico, hidráulicos y mecánicos del dinamómetro de rodillos	Dinamómetro de rodillos Motoroll Computador portátil	Laboratorio de Motores. Biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE-L"
Método Experimental	Con la ayuda de este método se realizó pruebas dinámicas en el dinamómetro de rodillos, para así poder establecer el funcionamiento óptimo	Dinamómetro de rodillos Motoroll Computador portátil	Laboratorio de Motores. Biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE-L"
Método de Matematización	Este método se utilizó para adquirir los resultados de la investigación.	Dinamómetro de rodillos Motoroll Computador portátil	Laboratorio de Motores. Biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE-L"
Método de Medición	Mediante este método se determinó las unidades en las que se manejarán los datos, se debe tomar en cuenta las escalas que manejen los equipos	Dinamómetro de rodillos Motoroll Computador portátil	Laboratorio de Motores. Biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE-L"

Metodología	Investigación	Instrumento /equipo	Laboratorio
Método Inductivo	Este método, permitió determinar los parámetros de funcionamiento de cada uno de los sistemas mecánicos, hidráulicos, neumáticos y electrónico del dinamómetro de rodillos Motoroll	Dinamómetro de rodillos Motoroll Computador portátil	Laboratorio de Motores. Biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE-L"
Método de observación directa	Este método permitió observar el estado en que se encontró al dinamómetro para poder realizar el mantenimiento y puesta a punto.	Dinamómetro de rodillos Motoroll Computador portátil	Laboratorio de Motores. Biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE-L"

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1. Dinamómetro

(Cerecero, 2012) asevera que :El dinamómetro en su acepción más general es un "instrumento para medir fuerzas, basado en la deformación elástica de un resorte calibrado", sin embargo, se les conoce también como dinamómetro o banco dinamométrico a los dispositivos empleados para absorber o disipar la potencia, generada por una máquina y con base en la medición de ciertos parámetros de la máquina (como el momento de torsión y/o velocidad de giro, dependiendo del principio de operación del dinamómetro) se realiza el cálculo estimado de la potencia mecánica generada por la máquina, bajo diferentes condiciones de funcionamiento. Una de sus principales aplicaciones en la actualidad está ligada a los motores de combustión interna (mci) y vehículos automotores, pues al ser un dispositivo capaz de absorber la potencia generada por el motor de Combustión interna, se le emplea para realizar diversas pruebas asociadas a su funcionamiento. Sin embargo, el dinamómetro es un dispositivo que puede ser empleado para medir la potencia y realizar pruebas de una gran cantidad de máquinas como motores eléctricos, máquinas de vapor, turbinas, etc.

2.2. Principios de operación

(Cerecero, 2012) menciona que: Por el principio de operación existen principalmente dos tipos de dinamómetros, los conocidos como dinamómetros de inercia y los dinamómetros de freno. El dinamómetro de inercia es empleado para estimar la potencia y par de torsión de un motor, su principio de funcionamiento se basa en la estimación de la energía necesaria para acelerar una masa inercial conocida en un intervalo de tiempo lo que da como resultado la potencia requerida,

y a partir de este dato se estima el par del motor. Esto se logra mediante la medición constante de la velocidad de giro. El motor se encuentra acoplado a un rodillo o varios rodillos o cuerpo balanceado con momento de inercia conocido el cual se acopla a la flecha del motor (puede ser directamente al motor en el caso de los dinamómetros de motor o bien a las ruedas del vehículo en el caso de los dinamómetros de chasis). Durante la prueba se mide la velocidad de giro de forma constante de la masa inercial a acelerar y se incrementa la velocidad del motor, al conocer el momento de inercia de la pieza que se va a acelerar por la acción del motor y la aceleración que es capaz de imprimirle el motor se puede conocer la potencia requerida.

2.3. Tipos de dinamómetros

2.3.1. Dinamómetro de banco

(Cerecero, 2012) habla acerca de: Por su aplicación principalmente se reconocen dos tipos de dinamómetros, el dinamómetro de banco y el dinamómetro de chasis. El dinamómetro de banco o de motor, es aquel que por su disposición se acopla directamente a la flecha del motor la masa inercial o la unidad de absorción de potencia y de allí toma los valores necesarios para el cálculo de la potencia según sea el principio de funcionamiento.

2.3.2. El dinamómetro de inercia

(Cerecero, 2012) menciona que: Es empleado para estimar la potencia y par de torsión de un motor, su principio de funcionamiento se basa en la estimación de la energía necesaria para acelerar una masa inercial conocida en un intervalo de tiempo lo que da como resultado la potencia requerida, y a partir de este dato se estima el par del motor. Esto se logra mediante la medición constante de la velocidad de giro. El motor se encuentra acoplado a un rodillo o varios rodillos o

cuerpo balanceado con momento de inercia conocido el cual se acopla a la flecha del motor (puede ser directamente al motor en el caso de los dinamómetros de motor o bien a las ruedas del vehículo en el caso de los dinamómetros de chasis). Durante la prueba se mide la velocidad de giro de forma constante de la masa inercial a acelerar y se incrementa la velocidad del motor, al conocer el momento de inercia de la pieza que se va a acelerar por la acción del motor y la aceleración que es capaz de imprimirle el motor se puede conocer la potencia requerida.

2.3.3. Dinamómetro de chasis

Es un equipo diseñado para medir la potencia y realizar pruebas directamente sobre los vehículos, para esto dispone de uno o más rodillos sobre los que descansan las ruedas motrices del vehículo, estas ruedas impulsan el o los rodillos los cuales se encuentran acoplados a la unidad de absorción de potencia (en el caso de dinamómetros de freno), conforme el motor a través de su sistema motriz transmite potencia a las ruedas estas movilizan los rodillos los cuales son frenados por la unidad de absorción de potencia para poder simular así una condición específica de carga sobre el motor o bien para medir la potencia del motor.

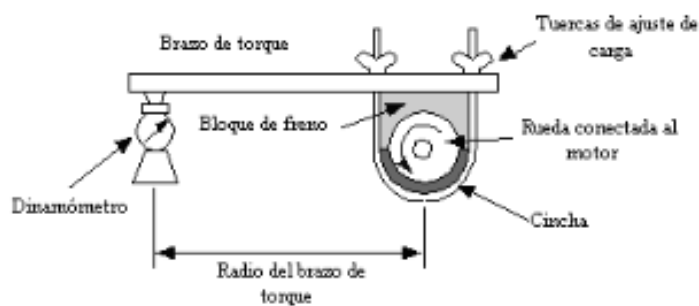
2.4. Tipos de frenos

(Baltazar, 2017) menciona que: Es uno de los primeros dispositivos empleados para la medición de potencia en motores su principio de funcionamiento consiste en fijar la flecha del motor que desea medir, un tambor el cual se coloca en su periferia una banda con un mecanismo que permite ajustar la tensión de la misma y por consiguiente la fricción de arrastre que esté ejerce sobre el tambor y se opone a la resistencia al giro de la flecha un brazo de palanca es fijado a la banda y en otro extremo se coloca sobre una báscula el cual registra el empuje del motor, adicionalmente se debe colocar un contrapeso para garantizar que la estructura este

equilibrada y la lectura de la báscula no refleje el peso del equipo. Conociendo la magnitud que hay entre el centro de la flecha y el punto de apoyo, así como la masa registrada en la báscula puede fácilmente calcularse el par de torsión en ese instante.

Figura 3

Partes del freno Prony



Nota : (Baltazar, 2017)

2.4.1. Freno hidráulico

(Baltazar, 2017) pronuncia que: Este tipo de unidad de absorción de potencia tiene como característica principal el uso de agua como fluido de trabajo. El primer tipo de freno hidráulico es el freno simple de agua este consiste en un disco que va fijado a la flecha del motor o rodillo del dinamómetro que gira dentro de una cavidad estrecha que se encuentra parcialmente llena de agua al girar el disco encuentra una resistencia debido al fluido contenido entre el disco y la cavidad para modificar la carga en este tipo de freno se debe aumentar o disminuir la cantidad de agua dentro de la cavidad mediante el uso de válvulas que regulan la entrada y salida de agua.

El freno es capaz de absorber potencia este tipo de freno depende de la velocidad de giro del disco por lo que a baja velocidad tiene la capacidad de ofrecer

una baja resistencia que encuentra el disco al girar, es igual a la reacción que tiende a hacer girar a la cavidad donde está alojado el disco, la cavidad donde va alojado el disco se fija uno de los extremos de la celda de carga y el otro se fija a la estructura del dinamómetro para poder registrar el valor del par de torsión, la potencia absorbida por el freno se disipa como calor que se refleja en un aumento de temperatura del agua por este motivo este tipo de freno garantiza que la carga se mantenga inalterada se debe hacer fluir el agua de adentro hacia fuera del sistema de forma constante para garantizar que la temperatura y la viscosidad del agua se mantenga constante.

Es similar a un convertidor hidráulico de par en el que se trata de impedir el giro del eje de salida se compone de un rotor y una carcasa o estator llena de líquido que sirve como elemento de freno. Para evitar el deterioro del freno la temperatura del agua a la salida no debe sobrepasar por lo general los 72 °C.

Los dos tipos de frenos dinamométricos hidráulicos más utilizados son:

- Rotor interior
- Rotor exterior

Así como dos tipos de regulación:

- Por compuertas
- Por nivel de líquido

Figura 4

Frenos hidráulicos



Nota:(Testing, 2016)

2.4.2. Freno Hidráulico tipo Froude

(Baltazar, 2017) El rotor gira en el interior del estator siendo este el caso más frecuente tanto el rotor como el estator está provisto de una serie de cavidades con forma de elipsoide. El estator está frente al rotor durante el funcionamiento el agua de los alvéolos del rotor es expulsada a gran velocidad por la acción de la fuerza centrífuga introduciéndose en las cavidades del estator por el perímetro externo el cual posee una forma haciendo que el agua retorne al rotor a menor velocidad por la parte más próxima al eje de rotación. La regulación de la carga resistente se efectúa interponiendo unas compuertas en el espacio entre los alvéolos del estator y del rotor accionando un volante exterior al estator se aproximan o alejan del eje de rotación las compuertas haciendo inactivo a los efectos de frenado un número menor o mayor de cavidades. La regulación por nivel de líquido al girar el rotor el agua existente dentro del freno sufre la acción de las fuerzas centrífugas formando un anillo cuyo espesor se puede regular estrangulando la salida o la entrada de agua.

2.4.3. Freno por Inducción Electromagnética

(Baltazar, 2017) El descubrimiento de Hans Christian Oersted una corriente eléctrica produce un campo magnético estimuló la imaginación de los físicos de la época y multiplicó el número de experimentos en busca de relaciones nuevas entre la electricidad y el magnetismo. El ambiente científico pronto surgiría la idea inversa de producir corrientes eléctricas mediante campos magnéticos, fue Faraday el primero en precisar condiciones que podía ser observado semejante fenómeno las corrientes eléctricas producidas mediante campos magnéticos, Michael Faraday las llamó corrientes inducidas desde entonces el fenómeno consistente en generar campo eléctrico a partir de campos magnéticos variables se denomina inducción electromagnética.

2.4.4. Freno corriente de Foucault o corrientes parásitas de Eddy

(Baltazar, 2017) El freno de corrientes parasitas se crean en masas metálicas que se mueven en el interior de un campo magnético se encuentran fijas y el campo es variable estas corrientes inducidas circulan tumultuosamente por el volumen metálico de ahí viene su nombre de Corrientes parasitas. Estas corrientes se oponen a la variación de flujo que han producido y pueden ser de mucha intensidad, siendo las fuerzas electromagnéticas inducidas pequeñas la resistencia del metal por la que circulan es de pequeño valor.

El funcionamiento de estos frenos se basa en un rotor dentado que al girar produce en el estator las corrientes que se oponen al movimiento bajo la influencia de un campo magnético, este campo magnético es generado por una bobina en el estator y su intensidad puede ser controlada variando la corriente que pasa por la bobina. El freno requiere refrigeración porque la potencia frenada obtenida se transforma completamente en calor ya que en el disco se introducen corrientes y al

no haber circuito externo se calienta, esta refrigeración se consigue circulando agua por las camisas que posee el estator mecanizado.

2.5. Tipos de dinamómetros por su aplicación

Los principales tipos de dinamómetros son:

- Dinamómetros de motor.
- Dinamómetros de rodillos.

2.5.1. Dinamómetro de motor

(Baltazar, 2017) menciona que: El dinamómetro de motor es un equipo que permite obtener el balance de energía como las curvas características del motor, par motor, potencia. El dinamómetro de motor permite probar motores de automóviles, motores eléctricos, motores de tractores o equipos que se ajusten a las características del dinamómetro de motor para propósitos en general. Este tipo de dinamómetros es usado tanto para motores diésel y gasolina, el dinamómetro de motor normalmente mide el torque directamente en el volante de inercia del motor, para lograr la medición con más exactitud no existe ninguna pérdida por transmisión que influye en los resultados.

Figura 5

Dinamómetro de motor



Nota: (DACAR, 2021)

2.5.2. Dinamómetro de rodillos

(Baltazar, 2017) pronuncia que: Es uno de los principales dinamómetros que existen en el mercado, este equipo es el más común para los ensayos y medición de las curvas características del motor. El dinamómetro de rodillos tiene un freno ligado a un rodillo acoplado mecánicamente a un acople flexible así lograr mantener al vehículo a una velocidad específica con este tipo de dinamómetro el vehículo puede manejarse y se puede mantener a velocidades constantes bajo varias condiciones de carga. Esta es la forma de realizar los ensayos en un vehículo más adecuadamente sobre todo para condiciones de carga normales.

Figura 6

Dinamómetro de rodillos



Nota: (DACAR, 2021)

2.6. Elementos del dinamómetro de chasis

2.6.1. Chasis

(Cerecero, 2012) menciona que: Esta parte del dinamómetro es la encargada de soportar todos los esfuerzos producidos por el peso de las piezas que integran el dinamómetro.

2.6.2. Rodillos

(Cerecero, 2012) afirma que: La configuración de los rodillos en los dinamómetros de chasis es variable dependiendo el uso que se le vaya a dar al dinamómetro, existen configuraciones desde un solo rodillo de gran diámetro hasta equipos con varios juegos de rodillos para soportar todas las ruedas motrices de las unidades a examinar, son estructuras cilíndricas rígidas las cuales al centro comportan un eje que en sus extremos descansa en rodillos.

2.6.3. Dispositivos de adquisición de datos

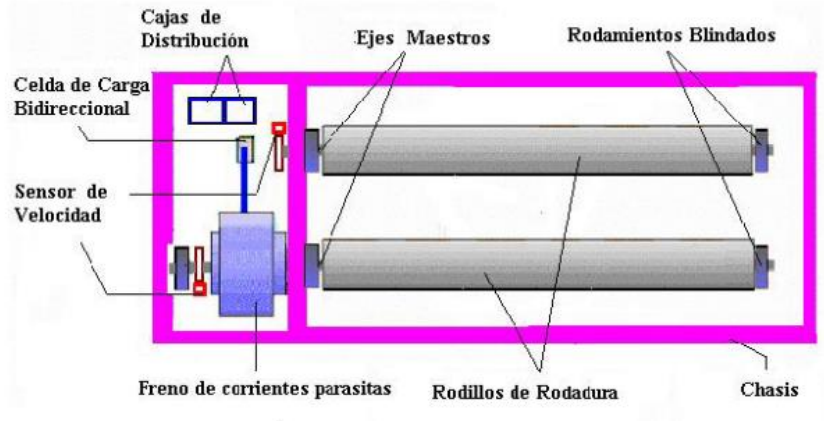
Básicamente consta de 2 tipos de dispositivos, el primero es una celda de carga la cual es un transductor que convierte una fuerza en una señal eléctrica que posteriormente es amplificada y procesada para convertirla en un dato. El segundo dispositivo de adquisición consiste en una rueda perforada en intervalos regulares y un captador magnético el cual genera un pulso cada vez que pasa frente a él un agujero del disco, al amplificar y procesar estos pulsos pueden obtenerse la velocidad angular del rodillo sobre el que va montado.

2.6.4. Unidad de absorción de potencia

Esta pieza es la encargada de oponerse al giro de los rodillos, va montada en sus extremos sobre rodamientos y en uno de sus extremos acoplada a los rodillos.

Figura 7

Elementos de un dinamómetro de chasis



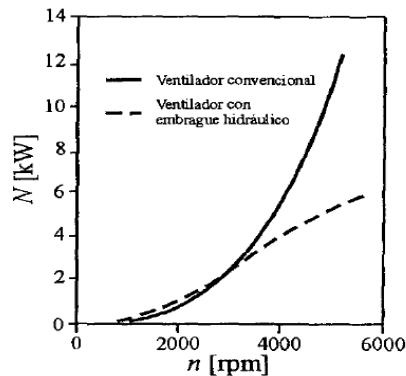
Nota: (Oropeza et al., 2007)

2.7. Pérdidas mecánicas

(Facultad de ingeniería mecánica U.L.N.P, 2017) menciona que: Los roces y las pérdidas mecánicas siempre estarán presentes en un motor, queda en nuestro poder mejorar el diseño o bien incrementar el rendimiento mecánico. En otras palabras, reducir las pérdidas. Trabajo de las pérdidas = $W_i - W_e$ El rendimiento mecánico decrece con la velocidad de régimen del motor, y para ser más específicos con la velocidad media del pistón.

Figura 8

Pérdidas mecánicas por accionamiento del ventilador



Nota: (Facultad de ingeniería mecánica U.L.N.P, 2017)

2.7.1. Clasificación de las pérdidas mecánicas.

- Tipo de proceso que las originan.
- Pérdidas de fricción
- Pérdidas de bombeo
- Pérdidas de accionamiento de auxiliares.
- Del total de las pérdidas se mantiene que:
- 60% son por fricción // 25% por bombeo // 15% por sistemas auxiliares.

2.8. Pérdidas por Fricción

(Facultad de ingeniería mecánica U.L.N.P, 2017) Afirma que: La fricción hidrodinámica o “fricción fluida” es el modo de rozamiento predominante en las piezas del motor, pero, durante los períodos de puesta en marcha y calentamiento del motor, pueden existir entre las piezas fricción mixta e incluso fricción límite.

El coeficiente de fricción depende de:

- Las propiedades del lubricante.
- La velocidad.

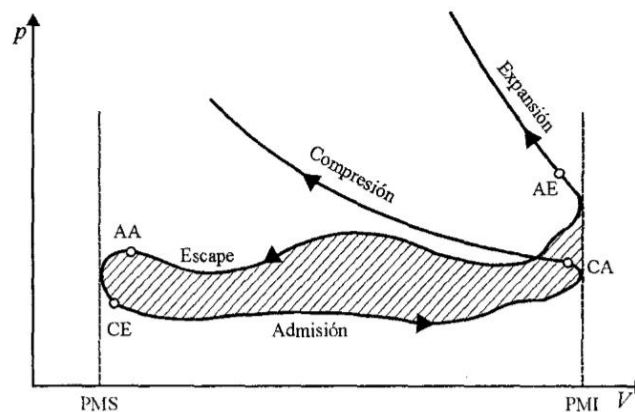
- La carga a la que están sometidas las superficies en rozamiento.
- La fuerza de fricción entre las superficies tendrá igual comportamiento que el coeficiente de fricción, pero con magnitud amplificada por la fuerza normal.

2.8.1.1. Pérdidas por bombeo

(Facultad de ingeniería mecánica U.L.N.P, 2017) menciona que: Como ya se ha definido anteriormente, estas pérdidas tienen su origen en el proceso de renovación de la carga. En el diagrama indicador motor 4T, las líneas que representan la evolución de los procesos de admisión y escape conforman lo que se conoce como lazo de bombeo, y el área encerrada entre ellas representa el trabajo de bombeo.

Figura 9

Lazo de bombeo del diagrama indicador de un motor 4T



Nota: (Facultad de ingeniería mecánica U.L.N.P, 2017)

2.9. Tipos de rendimiento

2.9.1. Rendimiento Térmico (η_c)

(Palomo Palomo & Pilataxi Yungan, 2012) mencionan que: El rendimiento térmico será mayor cuanto más alta sea la temperatura alcanzada en la combustión y menores sean las pérdidas de calor. La cantidad de calor obtenida está en función

de la masa de combustible consumida por unidad de tiempo y del poder m_1 calorífico de este (Q).

El rendimiento térmico (n_c) se puede definir como la relación entre la potencia efectiva (P) y la potencia térmica del combustible.

$$n_c = \frac{P}{m_1 * Q}$$

Ecuación 1 Rendimiento

térmico

Donde:

n_c : Rendimiento térmico

P: Potencia

m_1 : Masa de combustible consumida por unidad de tiempo

Q: Poder calorífico

Las pérdidas de calor a través de los gases de escape suponen el 35% en los motores Otto, y el 30% en los Diesel.2.

Por el sistema de refrigeración se evacua aproximadamente el 30% del calor en ambos tipos de motor. Del 100% de la energía calorífica que posee el combustible, los motores térmicos de combustión interna solamente son capaces de transformar entre el 35 y 50%.

- Rendimiento térmico en los motores Otto: de 35 a 40%.
- Rendimiento térmico de los motores Diesel: de 40 a 50%.

2.9.2. Rendimiento mecánico (n_m)

(Palomo Palomo & Pilataxi Yungan, 2012) menciona que: Se puede expresar como la relación que existe entre la potencia efectiva (P), que se obtiene en el eje del motor, y la potencia indicada (PI), que se obtiene en el diagrama de trabajo o diagrama indicado, el cual expresa trabajo interno obtenido dentro del cilindro y en el que no intervienen las pérdidas mecánicas.

$$n_m = \frac{P}{P_I}$$

Ecuación 2 Rendimiento mecánico

Nota:(Palomo Palomo & Pilataxi
Yungan, 2012)

Donde:

n_m = Rendimiento mecánico

P= Potencia efectiva

PI= Potencia indicada

Las pérdidas de carácter mecánico que se consideran para determinar el rendimiento mecánico son: La energía empleada en transmitir el movimiento del pistón hasta el eje de salida, principalmente en rozamientos entre los segmentos y el cilindro y en los cojinetes de fricción de biela y cigüeñal.

La parte de energía que consumen los dispositivos auxiliares, como el sistema de distribución, las bombas de agua y aceite, etc., y el trabajo de bombeo o energía que se emplea en introducir y extraer los gases en los cilindros, el conjunto de pérdidas mecánicas supone entre un 10 y un 15%.

2.9.3. Rendimiento volumétrico (n_v)

(Palomo Palomo & Pilataxi Yungan, 2012) menciona que: Se puede definir como el grado de eficacia con que se logra llenar el cilindro. Se expresa como la relación entre la masa de gas que es introducida en el cilindro (M_a) en un ciclo y la masa que teóricamente cabe en el volumen del cilindro (M_c).

$$n_v = \frac{M_a}{M_c}$$

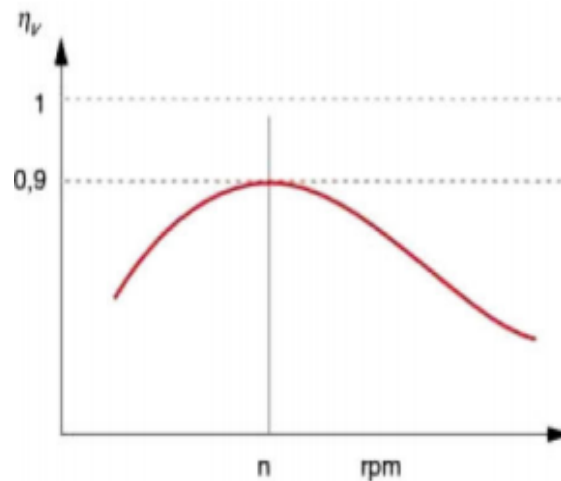
Ecuación 3 Rendimiento volumétrico

Nota:(Palomo Palomo & Pilataxi

Yungan, 2012)

Figura 10

Rendimiento volumétrico en función de las rpm's



Nota: (Palomo Palomo & Pilataxi Yungan, 2012)

2.10. Factor de Corrección (Ka)

(Palomo Palomo & Pilataxi Yungan, 2012) afirma que: Las presentaciones de un motor pueden variar en función de las condiciones ambientales del lugar donde se realiza la prueba. La presión atmosférica y la temperatura influyen en el rendimiento volumétrico y, por tanto, toda prueba ha de ser referenciada en unas mismas condiciones atmosféricas. De tal forma que se puedan comparar los datos de pruebas realizadas en diferentes lugares geográficos.

$$k_a = \frac{760}{P_a} \left(\frac{T_a * K}{293} \right)^{0.5}$$

Ecuación 4 Factor de corrección

Nota:(Palomo Palomo & Pilataxi Yungan, 2012)

2.11. Curvas características del dinamómetro de motor de chasis.

(Rosas, 2011) Las características de funcionamiento como potencia, par motor y consumo específico de combustible, identifican al motor en cuanto al aprovechamiento de la energía que es capaz de desarrollar y del aprovechamiento útil del mismo en su aplicación a vehículos de tracción. Estas características quedan perfectamente definidas mediante representaciones graficas (se indica más adelante), obtenidas como resultado de los ensayos efectuados.

Las curvas características de potencia que presentan los motores son:

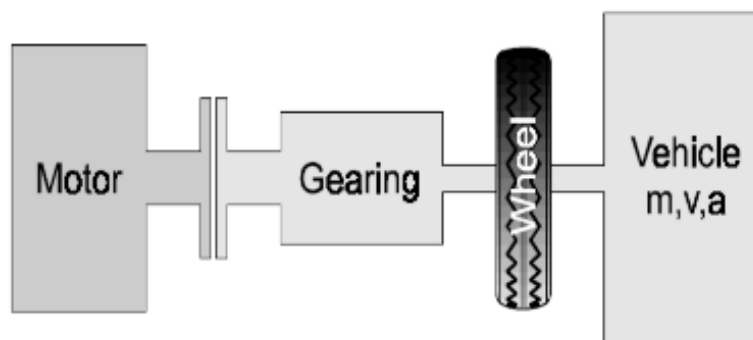
- Potencia a la rueda
- Potencia de arrastre
- Potencia al motor
- Potencia normalizada
- Par motor

2.11.1. Potencia a la rueda

Es la potencia que entrega el motor a los neumáticos, y es la desarrollada en el interior de los cilindros y transferida por la caja de cambios hacia las ruedas motrices del vehículo.

Figura 11

Sistema de transmisión de energía.



Nota: (Rosas, 2011)

2.11.2. Potencia de arrastre

(Rosas, 2011) La potencia que el motor genera y está disponible en el volante de inercia no es la misma que se obtiene en las ruedas del vehículo debido a que un porcentaje se pierde por diferentes causas (temperaturas elevadas, rozamiento, vencimiento a la inercia, fricción, etc.) en los elementos mecánicos que transfieren el movimiento desde el motor hasta las ruedas.

2.11.3. Potencia al motor

Conocida como potencia efectiva o potencia al freno, ya que se mide utilizando un dispositivo llamado freno de corrientes parasitas, el cual se opone al par motor permitiendo medir su valor. La potencia al motor está dada por la potencia a la rueda más la potencia de arrastre, medidas a las condiciones ambientales al momento de realizar los ensayos.

$$P_{MOTOR} = P_{rueda} + P_{arraste}[KW]$$

Ecuación 5 Potencia al motor

Nota(Rosas, 2011):

2.12. Par motor o torque.

El par motor es el resultado de dividir la potencia normalizada y la velocidad angular, se calcula de la siguiente manera:

$$P_{normalizada} = M_M * \\ = M_M * 2\pi n$$

$$M_M = \frac{P_{normalizada}}{2\pi n} [Nm]$$

Ecuación 6 Par motor o torque

Nota:(Rosas, 2011)

Donde:

$P_{normalizada}$ =Potencia Normalizada (kW)

M_M =Par motor o torque (N.m)

w= Velocidad angular (rad/s)

n= Numero de revoluciones por minuto (rpm).

2.13. Consumo de combustible

El consumo de combustible es la masa de combustible que se consume en determinado tiempo.

$$cc = \rho_{combustible} \frac{V}{t} (gr/s)$$

Ecuación 7 Consumo de combustible

Nota(Rosas, 2011):

Donde:

ρ = densidad del combustible $\left(\frac{gr}{cm^3}\right)$

V= volumen determinado (cm^3)

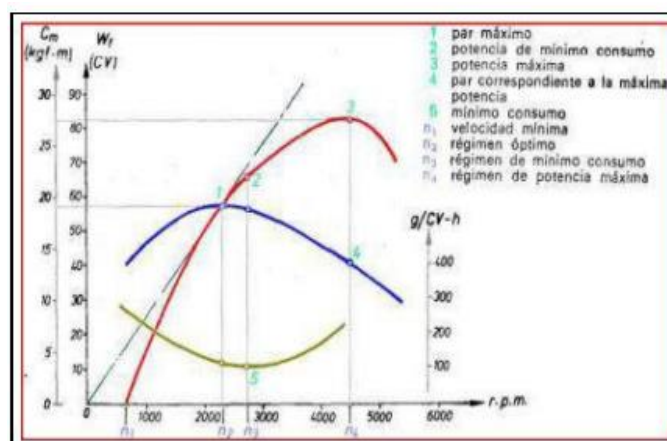
t= tiempo que se demora en consumirse (s)

El consumo específico de combustible determina cuanto combustible se ha gastado para generar una cierta potencia.

En la figura se han representado las curvas características de un motor, obtenidas en el dinamómetro en condiciones de máxima alimentación como son potencia en CV, el par en kgf.m y el consumo de combustible en gr / CV-h.

Figura 12

Curva característica de un motor Otto



Nota: (Rosas, 2011)

2.14. Pruebas a obtenerse en un dinamómetro de chasis

EL dinamómetro de chasis permite simular condiciones de marcha definidas, y su representación gráfica mediante curvas, además se puede efectuar mediciones del consumo de combustible, análisis dinámico para determinar la opacidad, etc.

2.14.1. Simulación de Carga

(Rosas, 2011) La prueba de simulación de carga permite obtener diferentes condiciones de carga las cuales facilitan un diagnóstico concreto del motor o permiten determinar la potencia ascensional de un vehículo. Puede simular diferentes condiciones de carga como por ejemplo fuerza de tracción constante, una velocidad constante, un número de rpm constante o una simulación de marcha.

2.14.2. Potencia del Motor

(Rosas, 2011) Mediante esta prueba se puede obtener el par motor y la potencia de un vehículo (medición continua y discreta) de acuerdo a características del mismo.

2.14.3. Medición de Elasticidad

(Rosas, 2011) En esta prueba se puede comprobar la elasticidad del motor, un motor elástico es aquel que sea capaz de entregar la potencia en forma gradual y progresiva, sin picos ni caídas de par motor a lo largo del régimen útil de rpm del mismo.

2.14.4. Prueba Lug – Down La prueba Lug Down

(Rosas, 2011) Se lleva a cabo a aceleración máxima, mi entra se va regulando gradualmente la carga, al 100%; 90%; y 80% de la potencia máxima a, en la cual permite obtener la opacidad de motores bajo plena carga.

2.14.5. Pruebas estáticas

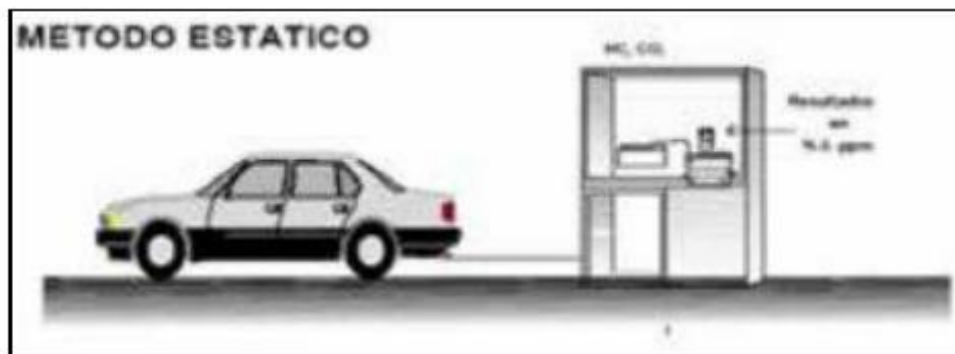
(Unemi & Torres, 2018) Pruebas Estáticas La evaluación se realiza de acuerdo al procedimiento TSI (Two Speed Idle) OM 136, basado en la norma INEN 2203:

“Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Concentración de Emisiones de Escape de Condiciones de Marcha mínima o Ralentí.

Prueba Estática.

Figura 13

Prueba estática



Nota: (Unemi & Torres, 2018)

2.14.6. Pruebas dinámicas ciclo ASM

La prueba ASM (Modo de Aceleración Simulada) fue desarrollada por la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), consiste en probar un vehículo en dinamómetro con la colocación externa de carga al motor a diferentes regímenes en las etapas ASM50/15 y ASM25/25 (Park, Heung-Sung, 2016). ASM50/15 es el ciclo de prueba de un vehículo en dinamómetro al utilizar ASM, en donde a una velocidad constante de 24 km/h se aplica una carga externa al motor equivalente al 50% de la potencia requerida. ASM25/25 es el ciclo de prueba de un vehículo en dinamómetro al aplicar ASM, en donde a una velocidad constante de 40 km/h se aplica una carga externa al motor equivalente

al 25% de la potencia requerida. En estas condiciones se toma la concentración de contaminantes que genera el motor de combustión interna.

Figura 14

Pruebas Dinámicas ciclo ASM



Nota: (Unemi & Torres, 2018)

2.15. Mantenimiento

Conjunto de actividades destinadas a mantener o a restablecer un bien a un estado o a unas condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento, para cumplir con una función requerida. Estas actividades suponen una combinación de prácticas técnicas, administrativas y de gestión.

El mantenimiento es un conjunto de acciones que llevan a conseguir prolongar el funcionamiento continuo de los equipos, reducir los costes en la producción, alargar la vida útil de los equipos, evitar pérdidas por paros inesperados de los equipos, producción con mayor calidad.

2.15.1. Tipos de mantenimiento

Al mantenimiento para su estudio se ha dividido en tres grandes grupos que se detallan a continuación:

Figura 15*Tipos de mantenimiento*

Nota: (Maldonado & Siguensa, 2012)

2.15.2. Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de actividades realizadas tras el fallo de un elemento o el deterioro de su función, para permitirle cumplir con una función requerida, al menos de manera provisional.

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza con anticipación para prevenir el surgimiento de averías.

2.15.3. Mantenimiento preventivo

Es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y limpieza que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.

Capítulo III

3. Metodología reingeniería de proceso de optimización del dinamómetro

3.1. Introducción

En este capítulo se realizó una evaluación de los sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos e hidráulicos, los elementos y equipos que se utilizaron para la optimización, mantenimiento, calibración y puesta a punto del dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp para la ejecución de pruebas de torque y potencia, se comprobó así el correcto funcionamiento tanto de los sistemas eléctricos, electrónico, hidráulicos y mecánicos

3.2. Características generales del dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200 hp

En la siguiente tabla se detalla las características generales que posee el dinamómetro de rodillos, el cual se encuentra ubicado en el laboratorio de motores de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

Tabla 4

Ficha Técnica del dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp

Características del dinamómetro de rodillos Motorroll Md200hp	
Fabricado por	Motorroll
País de origen	Argentina
Modelo	Md200hp
Número de serie	Md0037
Potencia máxima	200hp
Tipo de dinamómetro	De rodillos con freno hidráulico

3.3. Evaluación del sistema mecánico e hidráulico

Los sistemas mecánicos e hidráulicos del dinamómetro de rodillos al realizar una inspección visual general presentan anomalías.

Figura 16

Sistema hidráulico del dinamómetro de rodillos.

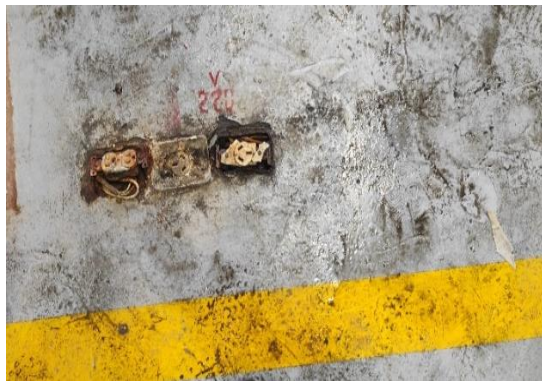


3.4. Evaluación del sistema eléctrico- electrónico

Al realizar una inspección visual los sistemas eléctricos y electrónicos se encuentran en su mayoría deteriorados y no se puede realizar ninguna conexión ya que puede ocasionar algún corto circuito y generar daño a otros sistemas.

Figura 17

Sistema eléctrico en mal estado



3.5. Evaluación general de los sistemas.

Se realiza una inspección general de los sistemas mecánico, hidráulico, eléctrico y electrónico para saber el estado en que se encuentran, con la finalidad de dar un diagnóstico pertinente y empezar con las adecuaciones necesarias en el dinamómetro de rodillos Motorroll Md200hp para finalmente verificar su correcto funcionamiento

Figura 18

Evaluación general del dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp







3.6. Levantamiento de requerimientos mecánicos, hidráulico, eléctrico y electrónico.


En la siguiente tabla se especifica los elementos a reemplazar y donde se detallará el estado en que se encuentra cada uno de estos para poder determinar si es necesario reemplazar o dar el respectivo mantenimiento.

Tabla 5

Requerimiento mecánico, hidráulico, eléctrico y electrónico

Componente	Descripción	Estado	Figura
Sistema eléctrico	Fuente de energía que permite encender del sistema hidráulico.	Deterioro total	 Sistema eléctrico

Componente	Descripción	Estado	Figura
Sistema hidráulico	De acuerdo al caudal del fluido genera una carga al motor.	Deterioro total	 <p data-bbox="1062 562 1294 591">Sistema hidráulico</p>
Rodillos	Se encargan de absorber el movimiento de las ruedas.	Mantenimiento	 <p data-bbox="1190 913 1294 943">Rodillos</p>
Ejes	Están sujetos por chumaceras y están conectados con los rodillos.	Mantenimiento	 <p data-bbox="1238 1164 1294 1193">Ejes</p>
Chumaceras	Son los apoyos de los ejes de los rodillos y las cuales están constantemente sometidas a esfuerzos y están sujetas en la estructura del dinamómetro	Mantenimiento	 <p data-bbox="1137 1480 1294 1509">Chumaceras</p>

Componente	Descripción	Estado	Figura
Cubierta	Están ubicadas en la parte superior de la estructura	Mantenimiento	 Cubierta

3.7. Verificación de la estructura mecánica

Mediante una inspección visual de toda la estructura, se verifica que se encuentra en buen estado por tal motivo se procede a su respectivo mantenimiento.

Figura 19

Estructura del dinamómetro rodillos Motorroll Md 200hp



3.8. Mantenimiento hidráulico

Para el mantenimiento del sistema hidráulico se procedió al reemplazo de la bomba hidráulica al tomar en cuenta las especificaciones técnicas requeridas para el circuito hidráulico, en este caso el modelo Cpm 620.

Tabla 6*Especificaciones de la bomba*

ATRIBUTO	DETALLE
Características	Son recomendadas para bombear agua limpia, sin partículas abrasivas y líquidos químicamente no agresivos con los materiales que constituyen la bomba.
Marca	Pedrollo
Modelo	CPm 620
HP (Horse Power)	1.0 HP
Altura mín	19 m
Altura máx	35 m
Voltaje	220 V
Frecuencia	60 Hz
Caudal mín	10 L/min
Caudal máx	100 L/min
Velocidad de motor	3500 RPM
Tipo	Bombas Centrífugas

Nota: (Prestaciones et al., 2020)

3.9. Mantenimiento de los sistemas que conforman el dinamómetro de rodillos

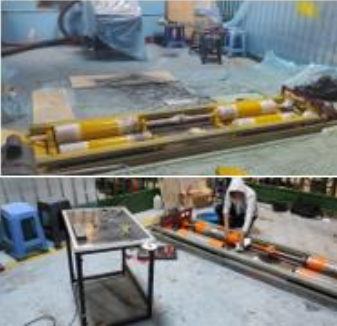
Motorroll Md 200hp



A continuación, se detallan los procesos, elementos y equipos que se utilizaron para el mantenimiento correctivo y preventivo de los sistemas mecánico, eléctrico, electrónico e hidráulico del dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp.



Tabla 7


Descripción antes del mantenimiento de partes del dinamómetro de rodillos


Motorroll Md200hp.

Equipo/herramientas/ materiales	Componente	Descripción /mantenimiento	Figura
<ul style="list-style-type: none"> • Guipe • Guantes • Compresor de aire • Pintura • Gasolina • Thinner 	Rodillos	<p>Se realizó un mantenimiento preventivo de limpieza, extracción de grasas en sus alrededores y se aplicó pintura en estos componentes para evitar la corrosión de los mismos</p>	 <p style="text-align: right;">Rodillos</p>

Equipo/herramientas/ materiales	Componente	Descripción /mantenimiento	Figura
<ul style="list-style-type: none"> • Guaipe • Grasas para rodamiento • Gasolina • Brocha 	Chumaceras	Se realiza un mantenimiento preventivo como fue la extracción de la grasa para que haya adherencia de la pintura.	 <p data-bbox="1139 741 1294 772">Chumaceras</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Guaipe • Gasolina • Brocha 	Ejes	Se procede a realizar el mantenimiento preventivo	 <p data-bbox="1241 1160 1294 1191">Ejes</p>

Equipo/herramientas/ materiales	Componente	Descripción /mantenimiento	Figura
<ul style="list-style-type: none"> • Guaípe • Compresor de aire • Pintura 	Estructura	Se procede a la limpieza de la estructura y preparación de pinturas se realizó el mantenimiento preventivo	
<p>Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe • Gasolina • Lija • Pintura • Equipo • Thinner <p>Compresor de aire</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manguera • Baso de pintar (soplete) 	Rampas	Se realizó un mantenimiento preventivo de limpieza, extracción de grasas en sus alrededores y se aplicó pintura en estos componentes para evitar la corrosión de los mismos	

Equipo/herramientas / materiales	Comparte	Descripción /mantenimiento	Figura
Equipo/herramientas/ materiales <p>Herramientas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Destornillador estrella • Flexómetro • Taladro • Brocas • Esmeril de banco <p>Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe • Angulo de aluminio • Gasolina • Madera • Tornillos 	Cubierta o tapas del dinamómetro	Se realizó la limpieza, reemplazo de la madera ya que se encontraba deteriorada y en mal estado.	 <p>Cubierta del dinamómetro</p>

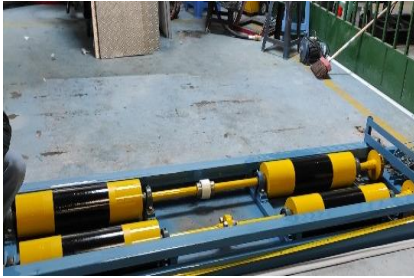


Equipo/herramientas/ materiales	Compon te	Descripción /mantenimiento	Figura
<p>Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cable sucre de 3x12 • Tomacorriente de 220vy 110 tipo pata de gallina • Cajas Dexon • Tacos Fisher N 6 • Tapas ciegas rectangulares plásticas • Enchufe de 110 Cooper • Canaleta de piso ovalados • Taype 	Sistema eléctrico	Se realiza una nueva conexión ya que la anterior se encontraba en mal estado	
<p>Herramientas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Destornillador • Taladro 			Instalación eléctrica

Equipo/Herramientas /materiales	Componente	Descripción /mantenimiento	Figura
<p>Herramientas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Destornillador <ul style="list-style-type: none"> • Playo • Pinzas • Taype <p>Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bomba hidráulica 1hp • Abrazaderas metálicas • Manguera de 1 pug de 300Psi/20bar • Maguera de ½ pul • Válvula de pie • Válvula de paso 	Sistema hidráulico	Se procede al reemplazo total de todo el circuito hidráulico	
			Estado del dinamómetro antes del mantenimiento




Tabla 8

Descripción después del mantenimiento de partes del dinamómetro de rodillos

Motorroll Md200hp.

Comparte	Descripción del estado actual	Figura
Rodillos	Aceptable	
Chumaceras	Aceptable	
Estructura	Aceptable	

Rodillos**Chumaceras****Estructura**

Componente	Descripción del estado actual	Figura
Cubierta o tapas del dinamómetro	Aceptable	
Sistema eléctrico	Aceptable	
Sistema hidráulico	Aceptable	

Cubierta del dinamómetro

Instalación eléctrica

Sistema hidráulico

Componente	Descripción del estado actual	Figura
Sistema electrónico	Aceptable	

Interfaz de control

Resultado del mantenimiento



3.10. Pruebas previas de operación de los sistemas

Antes de realizar las pruebas previas de operación de cada uno de los sistemas se deberá considera lo siguiente:

- El sistema eléctrico deberá estar en perfectas condiciones para evitar cualquier corto circuito o sobre carga de los elementos electrónicos que posee la interfaz de uso múltiple.

Figura 20

Sistema eléctrico



- Para el sistema hidráulico se deberá considera que las mangueras no presenten fugas de líquido para así evitar pérdidas de presión, caudal etc., además se tendrá que purgar la bomba hidráulica para evitar daños internos.

Figura 21

Sistema hidráulico



- En el sistema electrónico se tomará en cuenta la revisión previa al uso de los cables de comunicación de datos (interfaz /software).

Figura 22

Interfaz de Control



- Para el sistema mecánico se deberá considerar que todos sus elementos se encuentren centrados (rodillos, ejes, chumaceras). También revisar sus elementos de sujeción (pernos, chumaceras) que se encuentren con el torque adecuado.

Figura 23

Sistemas mecánicos



3.11. Plan de mantenimiento

En el presente plan se detallará por hora de trabajo el mantenimiento a realizarse al dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp, a continuación, se procederá a presentar el cuadro de la nomenclatura que se utilizará.

NOMENCLATURA	ACTIVIDAD
• A =	Reparar
• B =	Cambiar
• C =	Drenar/Purgar
• D =	Ajustar
• E =	Inspeccionar
• F =	Lubricar
• G =	Verificar
• H =	Limpiar

Tabla 9

Plan de mantenimiento por hora de trabajo

ACTIVIDAD PROGRAMADA	TIEMPO DE TRABAJO (HORAS)			
	2	10	50	80
Revisión del sistema hidráulico	E	G	C	D
Revisión del sistema eléctrico	E	E	E	E
Revisión del sistema mecánico	E	G	D/H	G/H
Inspección visual del sistema electrónico	E	E	E	E
Revisión visual del conducto de evacuación de gases	E	E	G	G

3.12. Reingeniería y adaptación de los nuevos sistemas

Análisis del estado técnico actual del Dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp.

La principal función del dinamómetro de rodillos Motorroll Md200hp es medir la potencia y torque del motor del vehículo, el cual se constituye de los siguientes elementos.

- ✓ 4 rodillos cilíndricos
- ✓ 2 ejes
- ✓ 8 chumaceras
- ✓ Freno hidráulico
- ✓ Bomba hidráulica
- ✓ Sensor óptico (medidor de Rpm)
- ✓ Cables de transmisión de datos
- ✓ Sistema eléctrico
- ✓ Estructura del dinamómetro
- ✓ Interfaz de control
- ✓ Computador portátil
- ✓ 4 rampas rígidas
- ✓ Conducto para desalojo de gases de escape del vehículo
- ✓ Ventilador del dinamómetro

Con la realización del análisis técnico del estado de los componentes, se procede a la selección de los elementos a reemplazar y otros que se le darán mantenimiento.

Tabla 10*Elementos reemplazados y mantenimiento*

Elemento reemplazado	Elemento realizado el mantenimiento
Bomba hidráulica	Rodillos del dinamómetro
Abrazaderas	Ejes del dinamómetro
Mangueras (1 pulg.)	Estructura del dinamómetro
Mangueras de (1/2 pulg.)	Rampas
Válvula de pie de (1 pul)	Chumaceras
Válvula reguladora de paso	Cubiertas del dinamómetro
Cables eléctricos	Sistema electrónico
Toma corriente de 110v y 220v	Cubierta de los elementos del sistema hidráulico
Canaletas	Sensor óptico
Tapas ciegas	
Enchufes de 110v y 220v	

3.13. Método aplicado a la reingeniería

Para la reingeniería se utilizó el método de observación, el cual permitió observar el estado en que se encontró el dinamómetro para poder realizar el mantenimiento y puesta a punto.

3.14. Resultados de la reingeniería

Como resultado de la reingeniería, después de realizar los reemplazos de componentes defectuosos se logró mejorar el tiempo de funcionamiento y análisis del dinamómetro de rodillo Motorroll Md 200hp.

Tabla 11*Elementos reemplazados del dinamómetro de rodillos*

Elemento reemplazado
Bomba hidráulica
Abrazaderas
Mangueras (1 pulg.)
Mangueras de (1/2 pulg.)
Válvula de pie de (1 pul)
Válvula reguladora de paso
Cables eléctricos
Toma corriente de 110v y 220v
Canaletas
Tapas ciegas
Enchufes de 110v y 220v
Cajas dexion

Figura 24*Resultado del reemplazo de componentes***3.15. Beneficios de la reingeniería**

- Gracias a la reingeniería se optimizó los tiempos de obtención de datos.
- Se mejoró la calidad de funcionamiento de los sistemas eléctricos, electrónicos e hidráulicos.

- En el sistema hidráulico se obtuvo un mejor rendimiento ya que la bomba hidráulica que se instaló fue de 1hp, mejoró así su caudal y presión.

Capítulo IV

4. Pruebas y procedimientos



4.1. Puesta a punto del dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp

Con el fin de obtener datos reales y confiables para la realización las pruebas en vehículos de hasta 2000cc, es necesario que el equipo se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento ya que el dinamómetro se someterá a cargas y velocidades elevadas.

Para la mejora de rendimiento y desempeño se realizó el mantenimiento de los sistemas mecánico, electrónico, eléctrico e hidráulico.

Tabla 12

Puesta a punto de los sistemas del dinamómetro de rodillos Motorroll Md200hp

Componente	Descripción	Figura
Sistema mecánico	Se realizó el mantenimiento de los rodillos, ejes, chumaceras	 <p>Mantenimiento del sistema mecánico</p>
Sistema eléctrico	Se realiza el cambio de elementos eléctricos	 <p>Sistema eléctrico</p>

Componente	Descripción	Figura
Sistema hidráulico	Se procede al reemplazo de elementos como son las mangueras, bomba hidráulica.	
Sistema electrónico	Se procedió a la limpieza y revisión de las conexiones.	
Resultado final		
		

4.2. Consideraciones de montaje y seguridad

Para el montaje de los sistemas mecánicos eléctricos, electrónicos en dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones de seguridad.

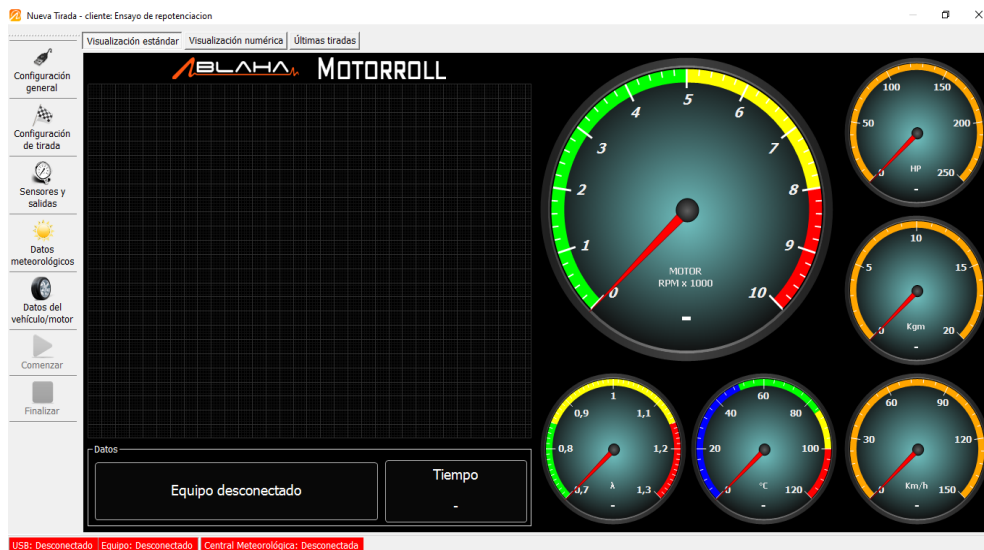
- El sistema mecánico tendrá que encontrarse alineado y centrado los elementos como son ejes, rodillos y chumaceras.
- Para el sistema eléctrico se deberá por seguridad revisar cada vez que realicen las pruebas ya que puede provocar algún corto circuito o daños a otros componentes como la bomba hidráulica, interfaz de control y el computador portátil
- Por seguridad del sistema electrónico se debe verificar las conexiones de entrada de datos.
- Utilizar equipos de trabajo apropiados, facilitar equipos y herramientas específicas para para las pruebas que se vaya a realizar en el dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp.
- Realizar las comprobaciones finales de funcionamiento ya que garantizará que las pruebas a realizarse sean las más confiables en el dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp.

4.3. Actualización de software, interfaz de control elementos de medición

Con la finalidad de obtener resultados veraces y confiables se procedió a la actualización del software BLAHA sistemas electrónicos especiales a la versión 1.3.9, el cual se encarga de realizar la configuración de parámetros necesarios para la ejecución de diferentes pruebas de torque y potencia en el vehículo.

Figura 25

Pantalla principal del software BLAHA sistemas electrónicos especiales 1.3.9



Los otros componentes importantes en el equipo son la interfaz de control, sensor óptico de revoluciones, celda de carga, cables de transmisión de datos.

La interfaz de control permite controlar de forma adecuada varios parámetros que influirán con los resultados a obtener.

Figura 26

Interfaz de control

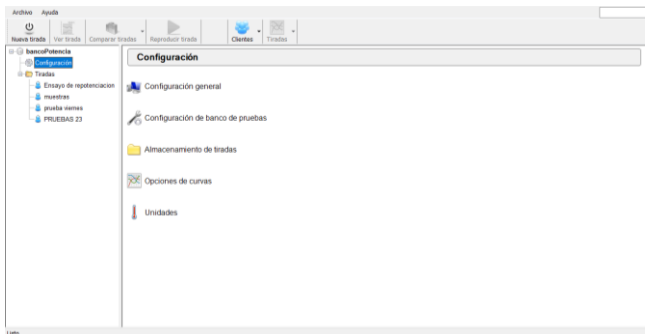
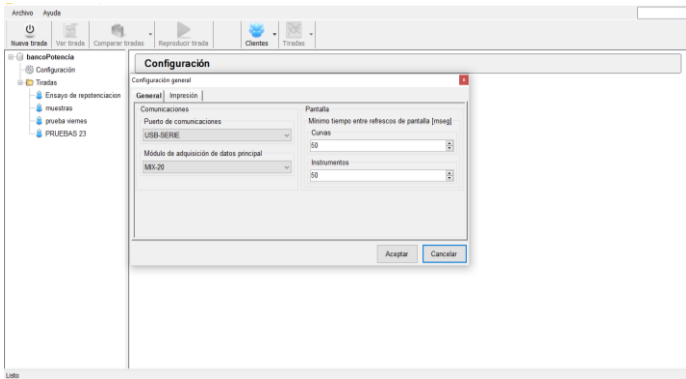


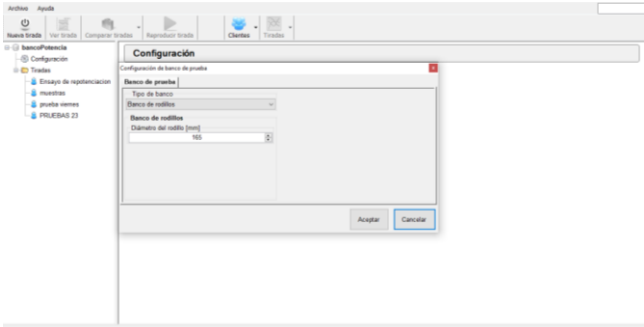
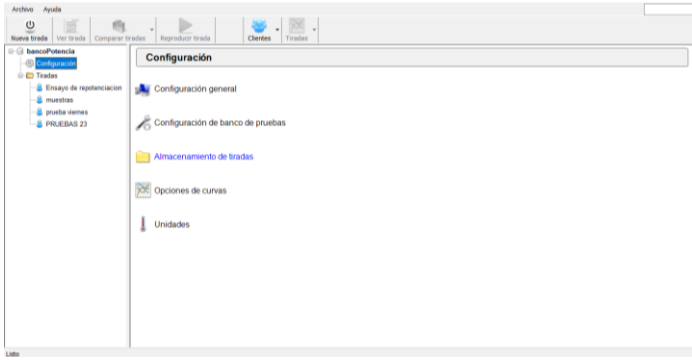
4.4. Calibración del equipo

Al llevar a cabo el mantenimiento y puesta a punto se realiza la calibración del equipo por lo cual se deberá conectar todo el elemento en su respectivo lugar y dar la alimentación eléctrica pertinente.

Tabla 13

Calibración del equipo

ORDEN	DESCRIPCIÓN	FIGURA
1	<p>Configuración del software se deberá mantener para todas las pruebas que se hagan en el equipo.</p>	 <p style="text-align: center;">Opciones para la configuración del software</p>
2	<p>En la opción Configuración General se deberá seleccionar: Puerto de comunicaciones. y se elegirá la opción “USB SERIE” Módulo de adquisición de datos Seleccionar la opción “MIX20”</p>	 <p style="text-align: center;">Puerto de comunicación</p>

ORDEN	DESCRIPCIÓN	FIGURA
3	<p>En la opción “Configuración de pruebas” seleccionar “Tipos de banco” para este caso elegir “Banco de rodillos”</p> <p>En la opción “Diámetro de rodillos” colocar 165 mm</p>	
4	<p>La opción de “Almacenamiento de tiradas” tiene como finalidad determinar la ubicación en el ordenador donde se almacenarán los datos de cada prueba.</p>	

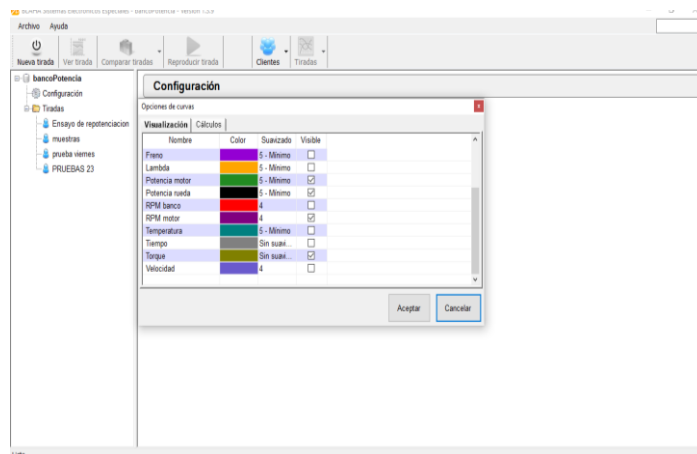
Elección del tipo de dinamómetro

Configuración de almacenamientos de datos

Orden	Descripción	Figura
-------	-------------	--------

5

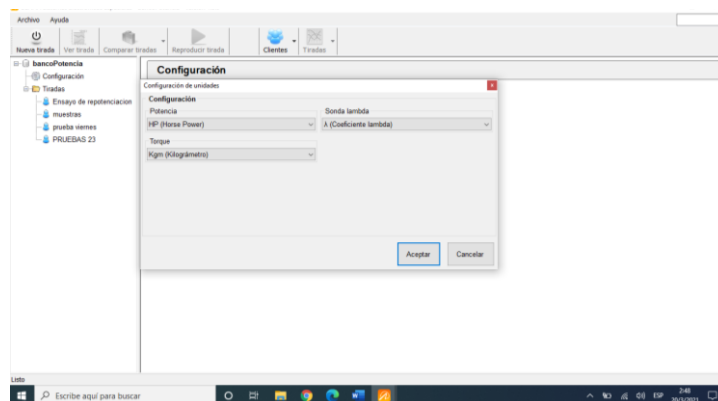
En la pestaña “Opciones de curvas” se elegirá las opciones de “Curva de torque” “Potencia” “Revoluciones”



Selección de colores de cada parámetro seleccionado

6

En la opción “Unidades” configurar la potencia en HP (HORSE POWER) y el Torque en (Kgm)



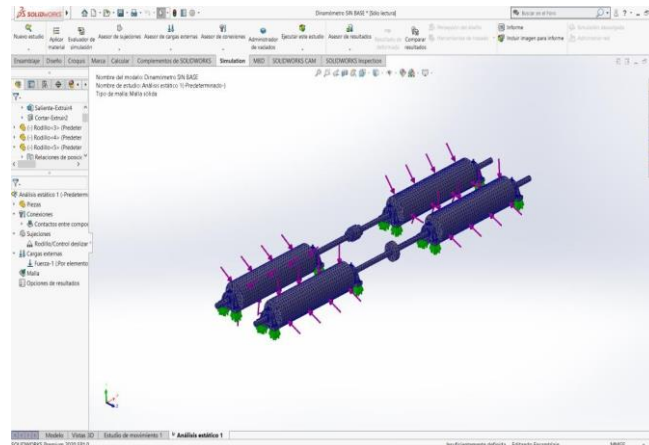
Configuración de unidades

4.5. Simulación en el SolidWorks de los elementos del dinamómetro de rodillos

Motorroll Md 200hp.

Figura 27

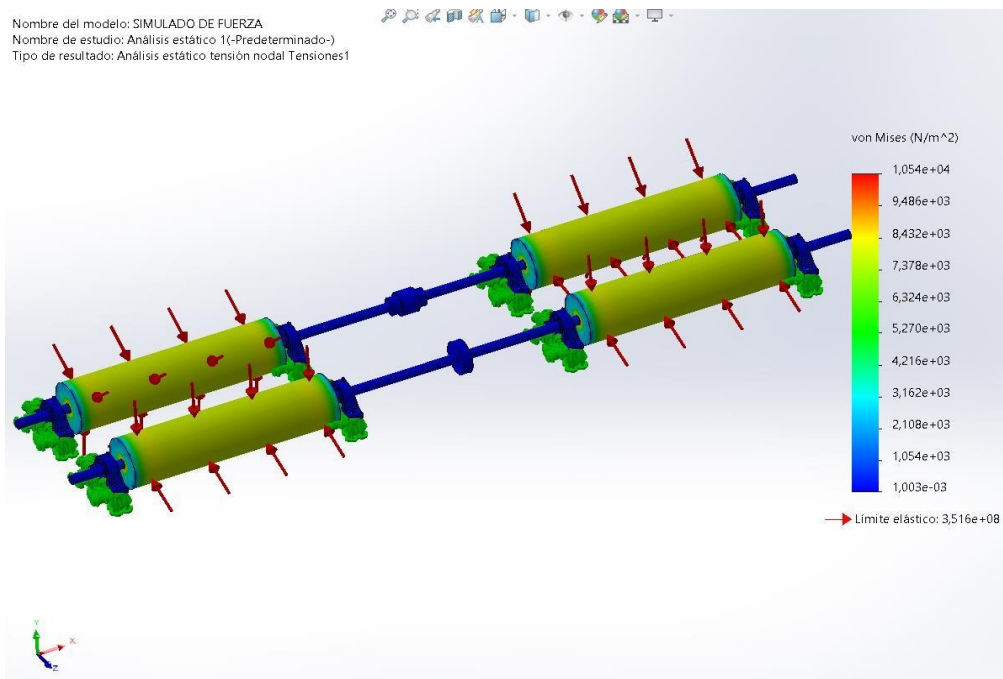
Mallado de ejes y rodillos con una fuerza de 4241.3761N



4.5.1. Simulación de esfuerzo

Figura 28

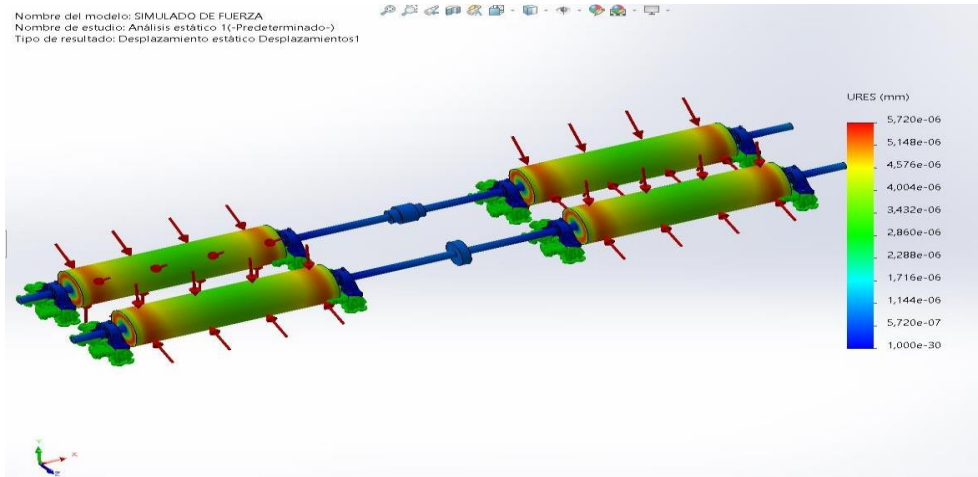
Simulación de esfuerzos



4.5.2. Simulación de desplazamiento

Figura 29

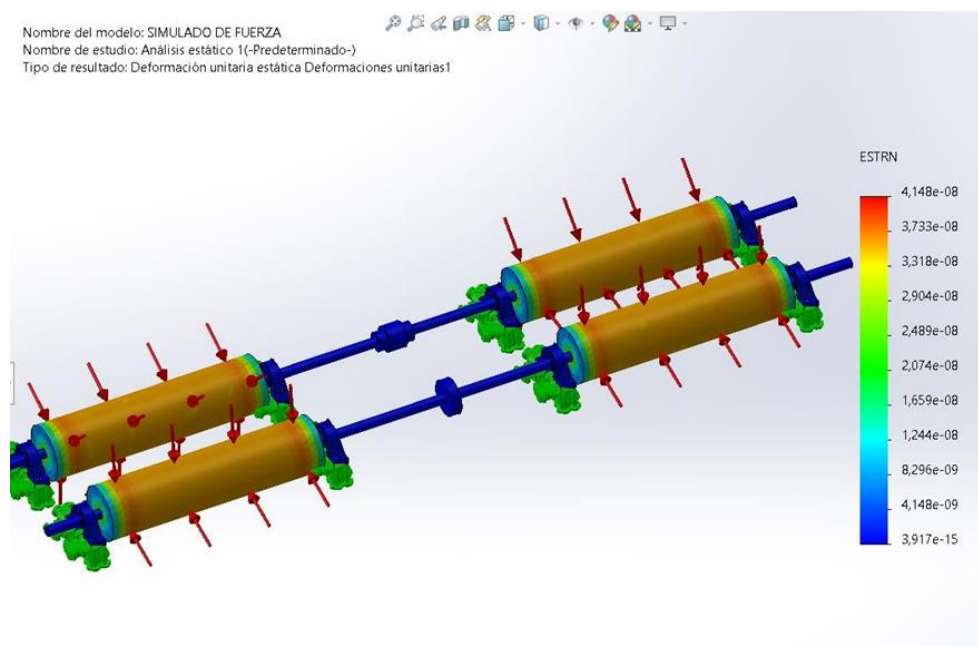
Simulación de desplazamiento



4.5.3. Simulación de deformación

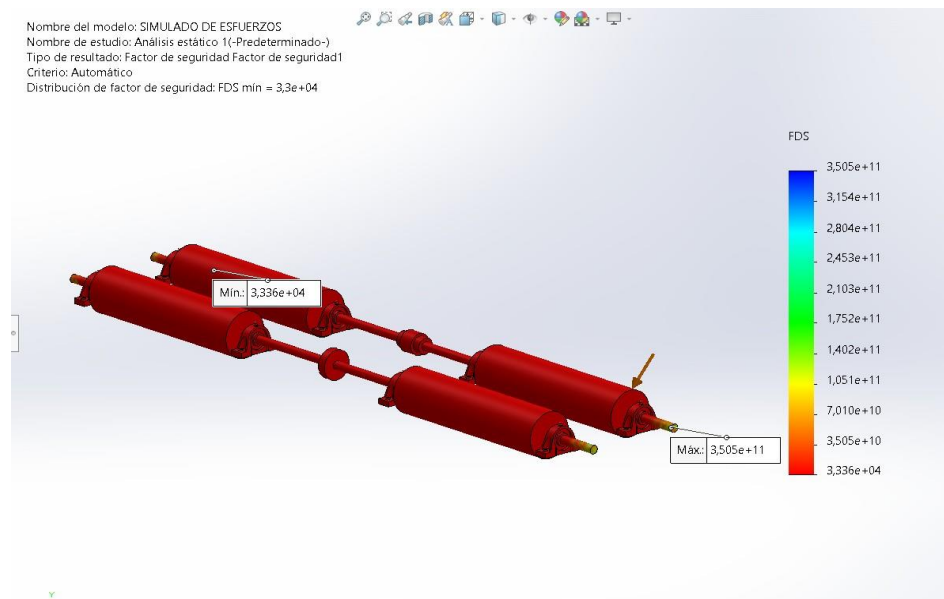
Figura 30

Simulación de deformación



4.5.4. Factor de seguridad

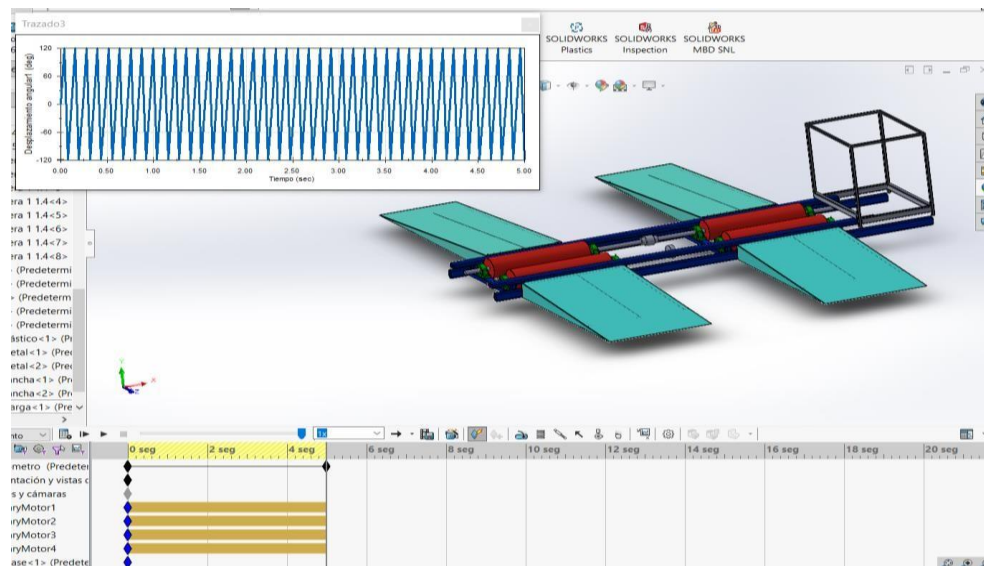
Figura 31 Simulación de factor de seguridad



4.5.5. Simulación de la velocidad angular

Figura 32

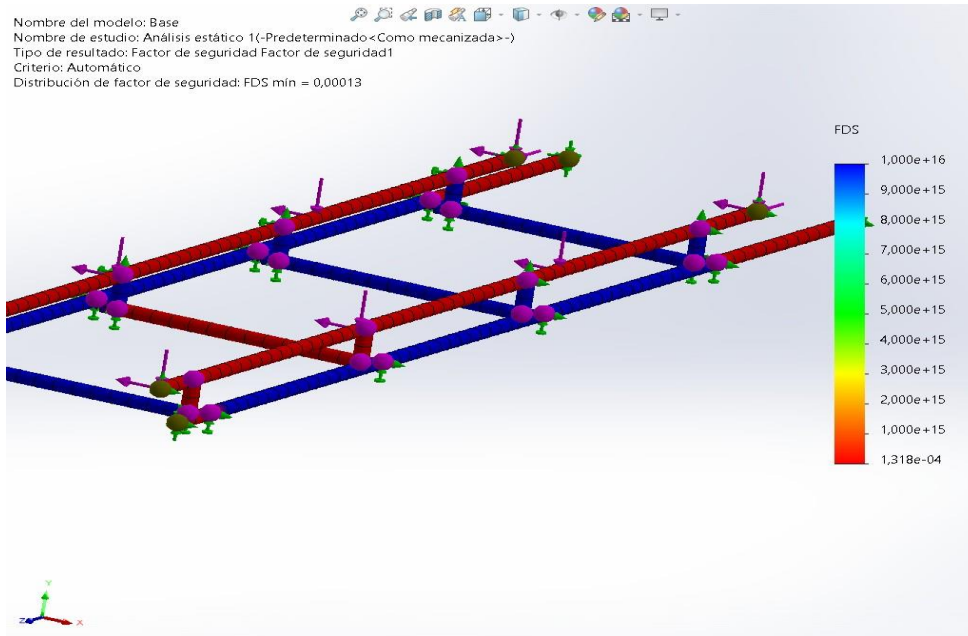
Simulación de la velocidad angular



4.5.6. Simulación de tensión axial y flexión de la estructura

Figura 33

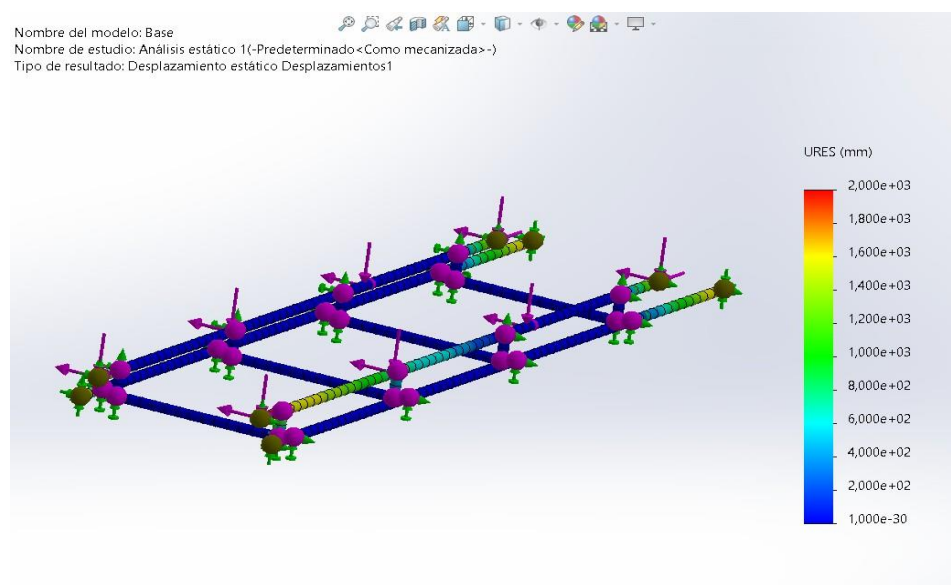
Simulación de tensión axial y flexión de la estructura



4.5.7. Simulación de desplazamiento de la estructura base

Figura 34

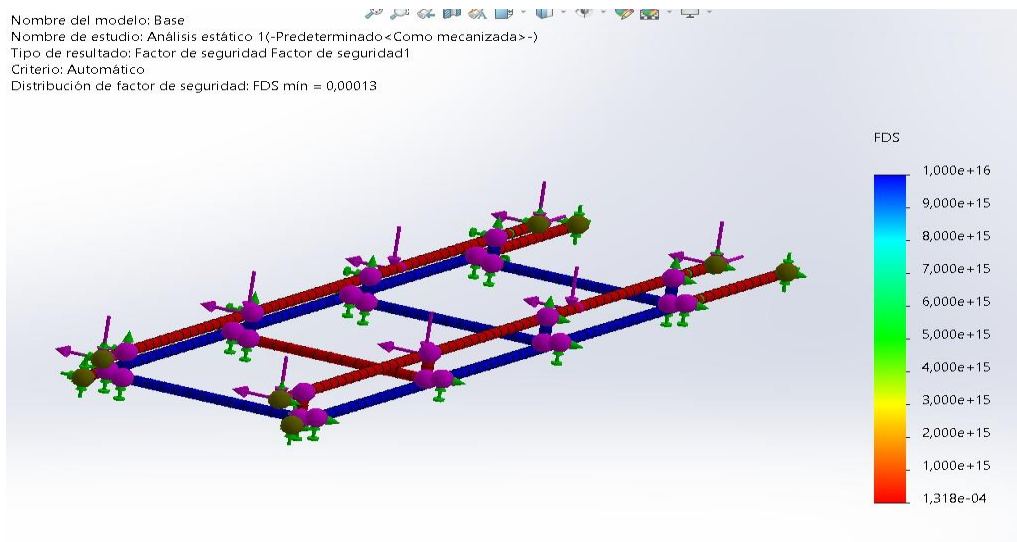
Simulación de desplazamiento de la estructura



4.5.8. Simulación del factor de seguridad estructura base análisis

Figura 35

Simulación de factor de seguridad

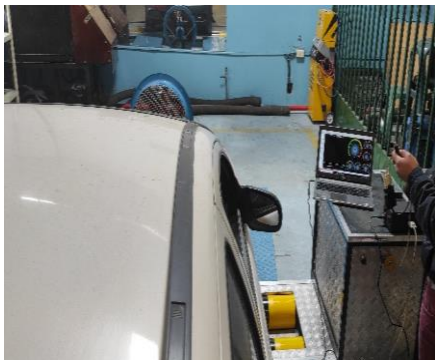


4.6. Procedimiento para la puesta a punto e iniciar las pruebas

A continuación, se detallan los pasos para realizar las pruebas en el dinamómetro de rodillos Motorroll Md 200hp.



Tabla 14

Puesta a punto para iniciar las pruebas

Orden	Descripción	Imagen
1	Conectar el equipo (Interfaz de control,) al sistema eléctrico (computador, cable de datos, sistema hidráulico)	 <p>Conexión del sistema eléctrico</p>

Orden	Descripción	Imagen
3	Antes de montar el vehículo en los rodillos se deberá realizar una inspección visual de la rampa, rodillos no se encuentren remordidos y verificar que la bomba este purgada.	 A photograph showing a blue dynamometer in a workshop. The dynamometer has two long, blue, textured rollers. A person is visible in the background, and there are shelves with various items on the left.
4	Colocar el vehículo en los rodillos	 A photograph of a white hatchback car on a dynamometer. The car is positioned on the blue rollers. The license plate is XEA-844. The car has 'INCE' written on the hood.
5	Colocación y encendido del ventilador	 A photograph showing the white hatchback car on the dynamometer. A blue fan is positioned in front of the car, and a person is sitting at a desk with a computer monitor to the left.
6	Ejecutar el software de la interfaz de control	 A close-up photograph of a laptop computer. The screen displays a software interface with several gauges and graphs, likely for engine performance monitoring. A car wheel is visible in the foreground.

**Ejecución del BLAHA sistemas
electrónicos especiales 1.3.9**


Orden	Descripción	Imagen
7	Colocar el desfogue de gases en el conducto de escape	 <p data-bbox="839 495 1251 524">Colocacion del conducto de gases</p>
8	Encender el vehículo y colocar en la tercera marcha, poner el freno de mano por seguridad	 <p data-bbox="1161 931 1289 960">Encendido</p>

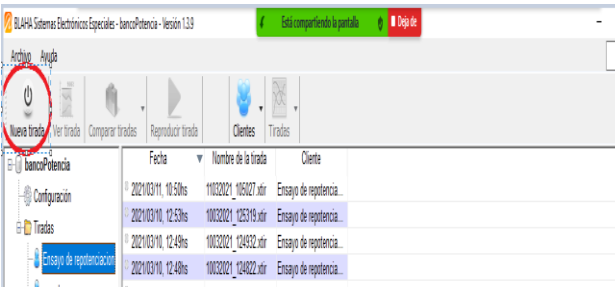
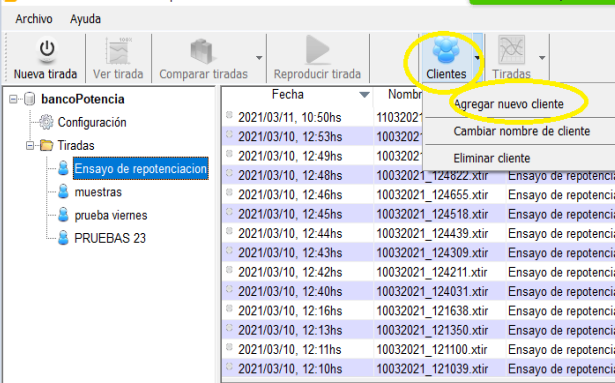
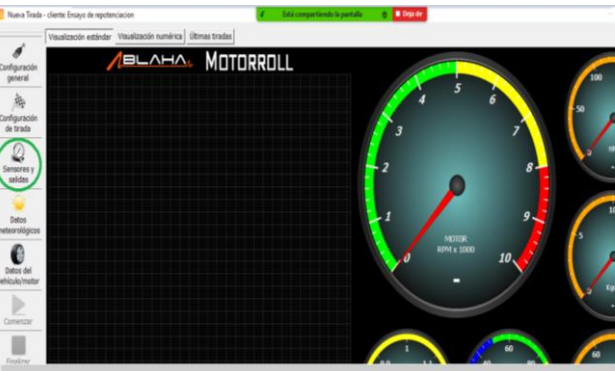

4.7. Procedimiento para la realización de las pruebas

A continuación, se detalla los pasos a seguir para realizar las pruebas en el dinamómetro Motorroll Md 200hp.

Tabla 15

Procedimiento para la realización de las pruebas

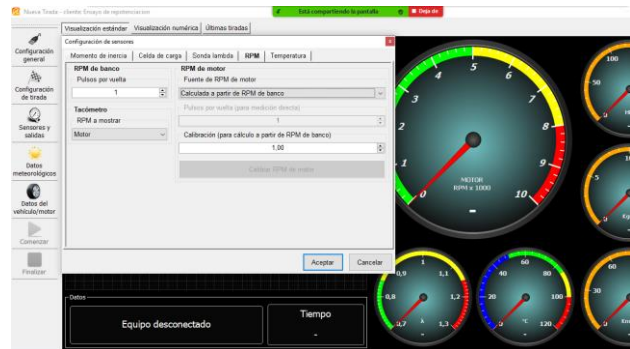
Procedimiento	Figura
<p data-bbox="360 1435 371 1464">1</p> <p data-bbox="416 1576 624 1637">Poner en marcha el vehículo</p>	 <p data-bbox="914 1762 1289 1792">Puesta en marcha del vehículo</p>

Procedimiento	Figura
<p>2</p> <p>Para la calibrar en el software seleccionar la opción NUEVA TIRADA</p>	 <p>Selección de la opción NUEVA TIRADA</p>
<p>3</p> <p>Seguidamente seleccionará la opción "CLIENTES" y se pondrá un nombre la misma que tomará la prueba.</p>	 <p>Selección de la opción cliente</p>
<p>4</p> <p>Se desplegará una pantalla en la cual se deberá seleccionar "SENSORES Y SALIDAS"</p>	 <p>Selección de la opción sensores y salidas</p>
<p>5</p> <p>Al seleccionar la opción "SENSORES Y SALIDAS" Se desplegará una pantalla en la cual se seleccionará la opción RPM</p>	 <p>Selección de la opción RPM</p>

Procedimiento
Figura

6

Seguidamente se pondrá en marcha el vehículo y se calibra a 3000 Rpm


Calibración de las rpm

7 Una vez que se alcanza las 3000 rpm en la opción calibración (Para cálculo a partir de las rpm del banco) Deberá de cambiar automáticamente.


Calibrado de la rpm

8 Seguidamente se procede a encender de la bomba hidráulica, la cual se regulará mediante la válvula de paso el cual se abrirá 3 vueltas para óptimo funcionamiento.

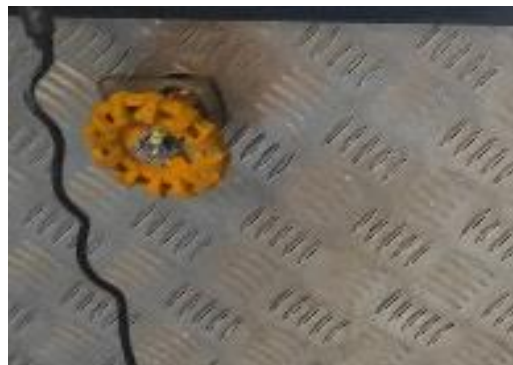

Valvula de paso

Figura 36

Curvas de torque y potencia

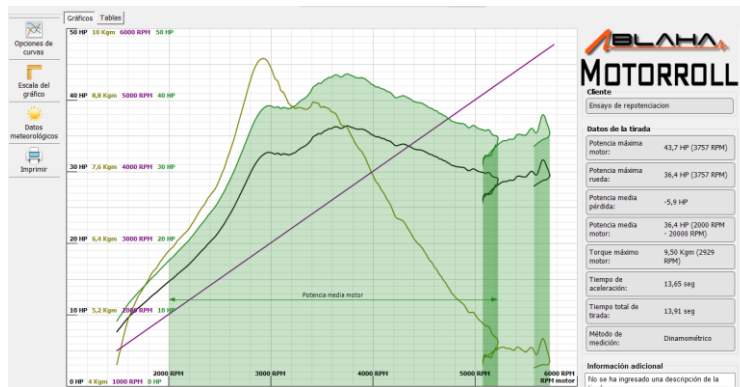


Figura 37

Tabla de valores

Tiempo	RPM motor	Potencia rueda	Torque	Potencia motor
0,00 Seg	1583 RPM	7,8 HP	4,35 Kgm	8,1 HP
0,06 Seg	1496 RPM	7,6 HP	4,38 Kgm	9,5 HP
0,11 Seg	1514 RPM	8,0 HP	4,53 Kgm	9,6 HP
0,17 Seg	1544 RPM	8,5 HP	4,73 Kgm	10,2 HP
0,23 Seg	1587 RPM	9,3 HP	5,03 Kgm	11,1 HP
0,28 Seg	1634 RPM	10,0 HP	5,25 Kgm	12,0 HP
0,34 Seg	1691 RPM	10,8 HP	5,47 Kgm	12,9 HP
0,39 Seg	1752 RPM	11,5 HP	5,64 Kgm	13,8 HP
0,45 Seg	1821 RPM	12,4 HP	5,85 Kgm	14,9 HP
0,50 Seg	1894 RPM	13,1 HP	5,99 Kgm	15,8 HP
0,56 Seg	1943 RPM	13,9 HP	6,14 Kgm	16,7 HP
0,61 Seg	1995 RPM	14,6 HP	6,26 Kgm	17,5 HP
0,67 Seg	2056 RPM	15,2 HP	6,38 Kgm	18,3 HP
0,73 Seg	2106 RPM	15,9 HP	6,47 Kgm	19,2 HP
0,78 Seg	2157 RPM	16,5 HP	6,56 Kgm	19,8 HP
0,84 Seg	2204 RPM	17,1 HP	6,65 Kgm	20,5 HP
0,89 Seg	2245 RPM	17,7 HP	6,76 Kgm	21,2 HP
0,95 Seg	2287 RPM	18,3 HP	6,86 Kgm	22,0 HP
1,00 Seg	2328 RPM	18,9 HP	7,00 Kgm	22,8 HP
1,06 Seg	2369 RPM	19,6 HP	7,10 Kgm	23,5 HP
1,12 Seg	2412 RPM	20,2 HP	7,21 Kgm	24,3 HP
1,17 Seg	2447 RPM	20,8 HP	7,29 Kgm	24,9 HP
1,23 Seg	2487 RPM	21,5 HP	7,42 Kgm	25,6 HP
1,28 Seg	2530 RPM	22,4 HP	7,59 Kgm	26,8 HP
1,34 Seg	2577 RPM	23,5 HP	7,82 Kgm	28,2 HP
1,39 Seg	2640 RPM	25,0 HP	8,14 Kgm	30,0 HP
1,45 Seg	2709 RPM	27,0 HP	8,57 Kgm	32,4 HP
1,50 Seg	2785 RPM	29,3 HP	9,04 Kgm	35,1 HP
1,56 Seg	2884 RPM	31,3 HP	9,41 Kgm	37,6 HP
1,62 Seg	2904 RPM	32,3 HP	9,58 Kgm	38,8 HP
1,68 Seg	2929 RPM	32,4 HP	9,59 Kgm	38,9 HP
1,67 Seg	2902 RPM	32,3 HP	9,41 Kgm	39,2 HP
1,73 Seg	3030 RPM	32,5 HP	9,22 Kgm	39,0 HP
1,78 Seg	3067 RPM	32,5 HP	9,14 Kgm	39,0 HP
1,84 Seg	3075 RPM	32,6 HP	9,10 Kgm	39,1 HP
1,89 Seg	3080 RPM	32,5 HP	9,00 Kgm	39,0 HP
1,95 Seg	3085 RPM	32,5 HP	9,05 Kgm	39,0 HP
2,01 Seg	3096 RPM	32,4 HP	8,98 Kgm	38,8 HP
2,06 Seg	3103 RPM	32,4 HP	8,96 Kgm	38,8 HP
2,12 Seg	3111 RPM	32,4 HP	8,94 Kgm	38,9 HP
2,17 Seg	3119 RPM	32,4 HP	8,94 Kgm	38,9 HP
2,23 Seg	3127 RPM	32,5 HP	8,93 Kgm	39,0 HP
2,29 Seg	3136 RPM	32,5 HP	8,89 Kgm	38,9 HP
2,34 Seg	3144 RPM	32,5 HP	8,87 Kgm	38,9 HP
2,40 Seg	3154 RPM	32,4 HP	8,83 Kgm	38,9 HP
2,45 Seg	3163 RPM	32,4 HP	8,80 Kgm	38,9 HP
2,51 Seg	3173 RPM	32,3 HP	8,75 Kgm	38,8 HP
2,56 Seg	3183 RPM	32,4 HP	8,74 Kgm	38,8 HP
2,62 Seg	3194 RPM	32,4 HP	8,71 Kgm	38,9 HP

20/3/2021



Tirada: 10032021_124439.xtr
 Cliente: Ensayo de repotenciacion

Tiempo	RPM motor	Potencia rueda	Torque	Potencia motor
5.34 Seg	4000 RPM	34.6 HP	7.20 Kgm	41.6 HP
5.40 Seg	4121 RPM	34.5 HP	7.20 Kgm	41.4 HP
5.46 Seg	4144 RPM	34.4 HP	7.12 Kgm	41.2 HP
5.51 Seg	4164 RPM	34.3 HP	7.07 Kgm	41.1 HP
5.57 Seg	4185 RPM	34.1 HP	7.00 Kgm	40.8 HP
5.62 Seg	4206 RPM	33.8 HP	6.91 Kgm	40.6 HP
5.68 Seg	4225 RPM	33.6 HP	6.84 Kgm	40.4 HP
5.73 Seg	4244 RPM	33.6 HP	6.81 Kgm	40.4 HP
5.79 Seg	4264 RPM	33.7 HP	6.80 Kgm	40.5 HP
5.84 Seg	4284 RPM	33.8 HP	6.78 Kgm	40.6 HP
5.90 Seg	4305 RPM	33.8 HP	6.75 Kgm	40.6 HP
5.96 Seg	4327 RPM	33.7 HP	6.70 Kgm	40.5 HP
6.01 Seg	4347 RPM	33.6 HP	6.64 Kgm	40.3 HP
6.07 Seg	4368 RPM	33.5 HP	6.58 Kgm	40.2 HP
6.12 Seg	4389 RPM	33.3 HP	6.52 Kgm	40.0 HP
6.18 Seg	4408 RPM	33.2 HP	6.46 Kgm	39.8 HP
6.23 Seg	4427 RPM	33.1 HP	6.42 Kgm	39.7 HP
6.29 Seg	4447 RPM	33.0 HP	6.38 Kgm	39.7 HP
6.35 Seg	4468 RPM	33.0 HP	6.35 Kgm	39.6 HP
6.40 Seg	4485 RPM	33.0 HP	6.31 Kgm	39.6 HP
6.46 Seg	4505 RPM	32.8 HP	6.26 Kgm	39.4 HP
6.51 Seg	4523 RPM	32.7 HP	6.22 Kgm	39.3 HP
6.57 Seg	4541 RPM	32.5 HP	6.16 Kgm	39.1 HP
6.62 Seg	4560 RPM	32.4 HP	6.11 Kgm	38.9 HP
6.68 Seg	4578 RPM	32.4 HP	6.08 Kgm	38.9 HP
6.73 Seg	4596 RPM	32.2 HP	6.02 Kgm	38.7 HP
6.79 Seg	4617 RPM	32.1 HP	5.97 Kgm	38.5 HP
6.85 Seg	4636 RPM	32.0 HP	5.93 Kgm	38.4 HP
6.90 Seg	4654 RPM	31.8 HP	5.87 Kgm	38.2 HP
6.96 Seg	4672 RPM	31.7 HP	5.84 Kgm	38.1 HP
7.01 Seg	4690 RPM	31.6 HP	5.78 Kgm	37.9 HP
7.07 Seg	4709 RPM	31.5 HP	5.75 Kgm	37.8 HP
7.12 Seg	4728 RPM	31.3 HP	5.70 Kgm	37.6 HP
7.18 Seg	4744 RPM	31.2 HP	5.65 Kgm	37.4 HP
7.24 Seg	4761 RPM	31.0 HP	5.60 Kgm	37.2 HP
7.29 Seg	4778 RPM	30.9 HP	5.55 Kgm	37.0 HP
7.35 Seg	4796 RPM	30.8 HP	5.52 Kgm	37.0 HP
7.40 Seg	4812 RPM	30.7 HP	5.49 Kgm	36.9 HP
7.46 Seg	4828 RPM	30.7 HP	5.46 Kgm	36.8 HP
7.51 Seg	4844 RPM	30.6 HP	5.43 Kgm	36.8 HP
7.57 Seg	4861 RPM	30.6 HP	5.41 Kgm	36.7 HP
7.63 Seg	4878 RPM	30.6 HP	5.39 Kgm	36.7 HP
7.68 Seg	4894 RPM	30.6 HP	5.36 Kgm	36.7 HP
7.74 Seg	4909 RPM	30.4 HP	5.33 Kgm	36.5 HP
7.79 Seg	4924 RPM	30.3 HP	5.28 Kgm	36.3 HP
7.85 Seg	4938 RPM	30.1 HP	5.24 Kgm	36.1 HP
7.90 Seg	4952 RPM	30.2 HP	5.23 Kgm	36.2 HP
7.96 Seg	4967 RPM	30.3 HP	5.23 Kgm	36.3 HP
8.01 Seg	4982 RPM	30.4 HP	5.24 Kgm	36.4 HP

20/3/2021



3

Tirada: 10032021_124439.xtr
 Cliente: Ensayo de repotenciacion

Tiempo	RPM motor	Potencia rueda	Torque	Potencia motor
2.67 Seg	3205 RPM	32.4 HP	6.70 Kgm	38.9 HP
2.73 Seg	3220 RPM	32.6 HP	6.69 Kgm	39.1 HP
2.78 Seg	3235 RPM	32.6 HP	6.66 Kgm	39.1 HP
2.84 Seg	3255 RPM	32.8 HP	6.67 Kgm	39.4 HP
2.90 Seg	3275 RPM	33.1 HP	6.67 Kgm	39.7 HP
2.95 Seg	3296 RPM	33.3 HP	6.67 Kgm	39.9 HP
3.01 Seg	3319 RPM	33.5 HP	6.66 Kgm	40.1 HP
3.06 Seg	3344 RPM	33.6 HP	6.64 Kgm	40.4 HP
3.12 Seg	3367 RPM	33.9 HP	6.66 Kgm	40.7 HP
3.17 Seg	3390 RPM	34.3 HP	6.69 Kgm	41.2 HP
3.23 Seg	3413 RPM	34.8 HP	6.76 Kgm	41.8 HP
3.29 Seg	3437 RPM	35.0 HP	6.76 Kgm	42.0 HP
3.34 Seg	3459 RPM	35.2 HP	6.75 Kgm	42.3 HP
3.40 Seg	3478 RPM	35.3 HP	6.72 Kgm	42.4 HP
3.45 Seg	3497 RPM	35.3 HP	6.68 Kgm	42.4 HP
3.51 Seg	3517 RPM	35.6 HP	6.69 Kgm	42.7 HP
3.56 Seg	3537 RPM	35.7 HP	6.68 Kgm	42.9 HP
3.62 Seg	3555 RPM	35.9 HP	6.67 Kgm	43.0 HP
3.67 Seg	3574 RPM	36.0 HP	6.65 Kgm	43.2 HP
3.73 Seg	3594 RPM	36.0 HP	6.61 Kgm	43.2 HP
3.79 Seg	3613 RPM	36.2 HP	6.60 Kgm	43.4 HP
3.84 Seg	3634 RPM	36.3 HP	6.58 Kgm	43.5 HP
3.90 Seg	3651 RPM	36.3 HP	6.53 Kgm	43.5 HP
3.95 Seg	3668 RPM	36.2 HP	6.47 Kgm	43.4 HP
4.01 Seg	3683 RPM	36.1 HP	6.41 Kgm	43.3 HP
4.06 Seg	3700 RPM	36.1 HP	6.38 Kgm	43.3 HP
4.12 Seg	3717 RPM	36.2 HP	6.37 Kgm	43.4 HP
4.18 Seg	3734 RPM	36.3 HP	6.36 Kgm	43.6 HP
4.23 Seg	3749 RPM	36.4 HP	6.34 Kgm	43.7 HP
4.28 Seg	3758 RPM	36.4 HP	6.32 Kgm	43.7 HP
4.29 Seg	3765 RPM	36.3 HP	6.29 Kgm	43.6 HP
4.34 Seg	3782 RPM	36.2 HP	6.23 Kgm	43.5 HP
4.40 Seg	3800 RPM	36.2 HP	6.17 Kgm	43.4 HP
4.45 Seg	3819 RPM	36.1 HP	6.12 Kgm	43.3 HP
4.51 Seg	3835 RPM	36.0 HP	6.06 Kgm	43.2 HP
4.56 Seg	3851 RPM	35.9 HP	6.02 Kgm	43.1 HP
4.62 Seg	3868 RPM	35.9 HP	7.08 Kgm	43.1 HP
4.68 Seg	3885 RPM	36.0 HP	7.05 Kgm	43.1 HP
4.73 Seg	3900 RPM	35.9 HP	7.02 Kgm	43.1 HP
4.79 Seg	3916 RPM	35.9 HP	7.07 Kgm	43.0 HP
4.84 Seg	3932 RPM	35.8 HP	7.02 Kgm	42.9 HP
4.90 Seg	3948 RPM	35.6 HP	7.75 Kgm	42.7 HP
4.95 Seg	3964 RPM	35.5 HP	7.69 Kgm	42.6 HP
5.01 Seg	3985 RPM	35.2 HP	7.59 Kgm	42.3 HP
5.07 Seg	4003 RPM	35.1 HP	7.54 Kgm	42.1 HP
5.12 Seg	4021 RPM	35.0 HP	7.47 Kgm	41.9 HP
5.18 Seg	4040 RPM	34.8 HP	7.41 Kgm	41.8 HP
5.23 Seg	4058 RPM	34.9 HP	7.38 Kgm	41.8 HP
5.29 Seg	4078 RPM	34.7 HP	7.31 Kgm	41.7 HP

20/3/2021



2

Tirada: 10032021_124439.xtir
 Cliente: Ensayo de repotenciacion

Tiempo	RPM motor	Potencia rueda	Torque	Potencia motor
8,07 Seg	4968 RPM	30,3 HP	5,21 Kgm	36,4 HP
8,13 Seg	5013 RPM	30,2 HP	5,18 Kgm	36,3 HP
8,18 Seg	5027 RPM	30,1 HP	5,15 Kgm	36,1 HP
8,24 Seg	5041 RPM	30,0 HP	5,11 Kgm	36,0 HP
8,29 Seg	5055 RPM	30,0 HP	5,09 Kgm	35,9 HP
8,35 Seg	5067 RPM	29,9 HP	5,07 Kgm	35,9 HP
8,40 Seg	5080 RPM	29,9 HP	5,05 Kgm	35,8 HP
8,46 Seg	5093 RPM	29,8 HP	5,03 Kgm	35,8 HP
8,52 Seg	5106 RPM	29,8 HP	5,01 Kgm	35,7 HP
8,57 Seg	5118 RPM	29,8 HP	5,00 Kgm	35,8 HP
8,63 Seg	5129 RPM	29,9 HP	5,00 Kgm	35,8 HP
8,68 Seg	5141 RPM	29,9 HP	4,99 Kgm	35,8 HP
8,74 Seg	5152 RPM	29,7 HP	4,98 Kgm	35,7 HP
8,79 Seg	5161 RPM	29,5 HP	4,91 Kgm	35,4 HP
8,85 Seg	5171 RPM	29,4 HP	4,88 Kgm	35,3 HP
8,90 Seg	5180 RPM	29,3 HP	4,85 Kgm	35,1 HP
8,96 Seg	5190 RPM	29,2 HP	4,84 Kgm	35,0 HP
9,02 Seg	5198 RPM	29,2 HP	4,83 Kgm	35,1 HP
9,07 Seg	5205 RPM	29,2 HP	4,82 Kgm	35,0 HP
9,13 Seg	5211 RPM	29,2 HP	4,81 Kgm	35,0 HP
9,18 Seg	5217 RPM	29,2 HP	4,80 Kgm	35,0 HP
9,24 Seg	5222 RPM	29,1 HP	4,79 Kgm	34,9 HP
9,29 Seg	5225 RPM	29,0 HP	4,78 Kgm	34,9 HP
9,35 Seg	5228 RPM	29,0 HP	4,77 Kgm	34,8 HP
9,41 Seg	5229 RPM	29,0 HP	4,76 Kgm	34,8 HP
9,46 Seg	5229 RPM	28,9 HP	4,74 Kgm	34,6 HP
9,52 Seg	5229 RPM	28,8 HP	4,72 Kgm	34,5 HP
9,57 Seg	5228 RPM	28,7 HP	4,72 Kgm	34,4 HP
9,63 Seg	5226 RPM	28,6 HP	4,70 Kgm	34,3 HP
9,68 Seg	5225 RPM	28,5 HP	4,69 Kgm	34,2 HP
9,74 Seg	5223 RPM	28,4 HP	4,67 Kgm	34,0 HP
9,79 Seg	5221 RPM	28,2 HP	4,63 Kgm	33,8 HP
9,85 Seg	5218 RPM	28,0 HP	4,62 Kgm	33,6 HP
9,91 Seg	5215 RPM	27,9 HP	4,60 Kgm	33,5 HP
9,96 Seg	5212 RPM	28,0 HP	4,62 Kgm	33,6 HP
10,02 Seg	5209 RPM	28,1 HP	4,63 Kgm	33,7 HP
10,07 Seg	5206 RPM	28,1 HP	4,63 Kgm	33,7 HP
10,13 Seg	5202 RPM	28,0 HP	4,63 Kgm	33,6 HP
10,18 Seg	5197 RPM	27,9 HP	4,60 Kgm	33,4 HP
10,24 Seg	5192 RPM	27,7 HP	4,58 Kgm	33,2 HP
10,30 Seg	5187 RPM	27,5 HP	4,56 Kgm	33,0 HP
10,35 Seg	5182 RPM	27,5 HP	4,55 Kgm	33,0 HP
10,41 Seg	5176 RPM	27,3 HP	4,53 Kgm	32,7 HP
10,46 Seg	5170 RPM	27,1 HP	4,50 Kgm	32,5 HP
10,52 Seg	5165 RPM	26,9 HP	4,48 Kgm	32,3 HP
10,57 Seg	5161 RPM	26,9 HP	4,47 Kgm	32,2 HP
10,63 Seg	5156 RPM	26,9 HP	4,48 Kgm	32,3 HP
10,69 Seg	5151 RPM	26,9 HP	4,49 Kgm	32,3 HP
10,74 Seg	5146 RPM	26,9 HP	4,48 Kgm	32,2 HP

20/3/2021

Tirada: 10032021_124439.xtir
 Cliente: Ensayo de repotenciacion

Tiempo	RPM motor	Potencia rueda	Torque	Potencia motor
10,80 Seg	5142 RPM	26,8 HP	4,48 Kgm	32,2 HP
10,85 Seg	5137 RPM	26,8 HP	4,48 Kgm	32,2 HP
10,91 Seg	5132 RPM	26,8 HP	4,48 Kgm	32,1 HP
10,96 Seg	5128 RPM	26,8 HP	4,49 Kgm	32,1 HP
11,02 Seg	5124 RPM	26,8 HP	4,50 Kgm	32,2 HP
11,07 Seg	5121 RPM	26,8 HP	4,50 Kgm	32,2 HP
11,13 Seg	5117 RPM	26,8 HP	4,50 Kgm	32,2 HP
11,19 Seg	5114 RPM	26,8 HP	4,50 Kgm	32,2 HP
11,24 Seg	5111 RPM	26,9 HP	4,51 Kgm	32,2 HP
11,30 Seg	5108 RPM	26,9 HP	4,52 Kgm	32,3 HP
11,35 Seg	5105 RPM	26,9 HP	4,52 Kgm	32,3 HP
11,41 Seg	5101 RPM	26,8 HP	4,52 Kgm	32,2 HP
11,46 Seg	5097 RPM	26,7 HP	4,50 Kgm	32,0 HP
11,52 Seg	5094 RPM	26,7 HP	4,50 Kgm	32,0 HP
11,58 Seg	5090 RPM	26,6 HP	4,50 Kgm	32,0 HP
11,63 Seg	5087 RPM	26,6 HP	4,49 Kgm	31,9 HP
11,69 Seg	5084 RPM	26,4 HP	4,46 Kgm	31,7 HP
11,74 Seg	5083 RPM	26,2 HP	4,43 Kgm	31,5 HP
11,80 Seg	5082 RPM	26,1 HP	4,41 Kgm	31,3 HP
11,85 Seg	5082 RPM	26,1 HP	4,41 Kgm	31,3 HP
11,91 Seg	5082 RPM	26,2 HP	4,43 Kgm	31,5 HP
11,97 Seg	5087 RPM	26,4 HP	4,46 Kgm	31,7 HP
12,02 Seg	5095 RPM	26,5 HP	4,47 Kgm	31,8 HP
12,08 Seg	5110 RPM	26,7 HP	4,50 Kgm	32,1 HP
12,13 Seg	5130 RPM	26,9 HP	4,51 Kgm	32,3 HP
12,19 Seg	5154 RPM	27,2 HP	4,54 Kgm	32,7 HP
12,24 Seg	5180 RPM	27,8 HP	4,57 Kgm	33,1 HP
12,30 Seg	5212 RPM	28,0 HP	4,61 Kgm	33,5 HP
12,35 Seg	5244 RPM	28,3 HP	4,63 Kgm	33,9 HP
12,41 Seg	5279 RPM	28,6 HP	4,65 Kgm	34,3 HP
12,47 Seg	5310 RPM	28,6 HP	4,63 Kgm	34,3 HP
12,52 Seg	5338 RPM	28,8 HP	4,63 Kgm	34,5 HP
12,58 Seg	5367 RPM	28,8 HP	4,61 Kgm	34,5 HP
12,63 Seg	5395 RPM	29,0 HP	4,61 Kgm	34,8 HP
12,69 Seg	5423 RPM	29,3 HP	4,65 Kgm	35,2 HP
12,74 Seg	5449 RPM	29,3 HP	4,63 Kgm	35,2 HP
12,80 Seg	5474 RPM	29,2 HP	4,59 Kgm	35,1 HP
12,86 Seg	5501 RPM	29,2 HP	4,57 Kgm	35,1 HP
12,91 Seg	5526 RPM	29,6 HP	4,60 Kgm	35,5 HP
12,97 Seg	5548 RPM	30,0 HP	4,64 Kgm	36,0 HP
13,02 Seg	5570 RPM	30,0 HP	4,62 Kgm	36,0 HP
13,08 Seg	5589 RPM	29,6 HP	4,55 Kgm	35,6 HP
13,13 Seg	5609 RPM	29,6 HP	4,53 Kgm	35,5 HP
13,19 Seg	5628 RPM	30,1 HP	4,60 Kgm	36,2 HP
13,24 Seg	5647 RPM	31,0 HP	4,72 Kgm	37,2 HP
13,30 Seg	5665 RPM	31,6 HP	4,79 Kgm	37,9 HP
13,36 Seg	5680 RPM	31,6 HP	4,77 Kgm	37,9 HP
13,41 Seg	5695 RPM	31,2 HP	4,70 Kgm	37,4 HP
13,47 Seg	5709 RPM	30,6 HP	4,61 Kgm	36,6 HP

20/3/2021



MOTORROLL



MOTORROLL

Tirada: 10032021_124439.xlsx
 Cliente: Ensayo de repotenciación

Tiempo	RPM motor	Potencia rueda	Torque	Potencia motor
13,52 Seg	5721 RPM	30,3 HP	4,54 Kgm	36,3 HP
13,58 Seg	5730 RPM	29,9 HP	4,48 Kgm	35,8 HP
13,63 Seg	5736 RPM	29,6 HP	4,43 Kgm	35,5 HP
13,65 Seg	5737 RPM	29,5 HP	4,42 Kgm	35,4 HP
13,69 Seg	5735 RPM	29,3 HP	4,39 Kgm	35,2 HP
13,75 Seg	5716 RPM	29,0 HP	4,36 Kgm	34,8 HP
13,80 Seg	5685 RPM	28,8 HP	4,36 Kgm	34,6 HP
13,86 Seg	5640 RPM	28,5 HP	4,34 Kgm	34,2 HP
13,91 Seg	5579 RPM	27,9 HP	4,28 Kgm	33,5 HP



4.11. Prueba inicial antes de la repotenciación

Al encender la maquina sin contar con modificaciones o mantenimientos, se trató de calibrar de la mejor forma, como resultado reflejó los siguientes valores promedios en potencia máxima y torque máximo los cuales son de 82,65 HP y 14,04 Kg.m respectivamente dentro de un intervalo de tiempo máximo 22,44 seg., donde demuestra que no se llegó a los valores correctos del motor.

Tabla 16

Prueba inicial antes de la repotenciación.

Tiempo (Seg)	RPM Motor	Potencia (HP)			Torque (Kgm)		
		Prueba 1	Prueba 2	Promedio	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
0,00	1472	9,30	8,80	9,05	4,19	4,11	4,15
0,45	1653	16,90	10,50	13,70	4,69	4,23	4,46
0,90	1987	32,90	15,50	24,20	7,02	4,91	5,97
1,35	2162	38,40	21,70	30,05	9,82	6,25	8,04
1,80	2301	41,10	27,60	34,35	10,92	7,71	9,32
2,10	2361	42,35	30,10	36,23	11,09	8,32	9,71
2,25	2421	43,60	32,60	38,10	11,26	8,93	10,10
2,70	2523	46,50	36,60	41,55	11,59	9,78	10,69
3,14	2605	48,70	40,20	44,45	11,97	10,41	11,19
3,59	2669	50,90	43,10	47,00	12,28	10,94	11,61
4,04	2723	52,70	45,60	49,15	12,56	11,37	11,97
4,21	2748	53,45	47,00	50,23	12,67	11,57	12,12
4,49	2773	54,20	48,40	51,30	12,78	11,77	12,28
4,94	2819	55,30	50,70	53,00	12,94	12,19	12,57
5,39	2859	56,30	52,50	54,40	13,05	12,51	12,78
5,84	2898	57,10	53,90	55,50	13,13	12,73	12,93
6,29	2934	57,90	55,00	56,45	13,17	12,85	13,01
6,45	2951	58,40	55,50	56,95	13,21	12,88	13,04
6,73	2967	58,90	56,00	57,45	13,24	12,91	13,08
7,18	3000	59,70	57,00	58,35	13,33	12,96	13,15

Tiempo (Seg)	RPM Motor	Potencia (HP)			Torque (Kgm)		
		Prueba	Prueba	Promedio	Prueba	Prueba	Promedio
		1	2		1	2	
7,63	3033	60,40	58,10	59,25	13,39	13,03	13,21
8,08	3066	61,20	59,20	60,20	13,44	13,11	13,28
8,53	3101	62,20	60,60	61,40	13,50	13,22	13,36
8,66	3119	62,70	61,25	61,98	13,55	13,34	13,41
8,97	3137	63,20	61,90	62,55	13,59	13,34	13,47
9,43	3176	64,20	63,50	63,85	13,68	13,44	13,56
9,88	3219	65,20	65,10	65,15	13,75	13,57	13,66
10,32	3267	66,50	66,50	66,50	13,82	13,69	13,76
10,77	3317	67,70	68,20	67,95	13,91	13,77	13,84
10,96	3343	68,45	68,90	68,68	13,95	13,81	13,88
11,22	3369	69,20	69,60	69,40	13,99	13,85	13,92
11,67	3420	70,50	70,90	70,70	14,08	13,90	13,99
12,12	3469	71,50	72,00	71,75	14,14	13,92	14,03
12,57	3511	72,10	73,00	72,55	14,15	13,93	14,04
13,02	3542	72,30	73,80	73,05	14,15	13,92	14,04
13,23	3565	72,75	74,15	73,45	14,14	13,91	14,02
13,47	3588	73,20	74,50	73,85	14,13	13,89	14,01
13,92	3655	74,40	75,20	74,80	14,05	13,83	13,94
14,36	3703	75,00	76,30	75,65	14,00	13,80	13,90
14,81	3752	75,70	76,50	76,10	13,95	13,76	13,86
15,26	3804	75,70	76,90	76,30	13,87	13,64	13,76
15,52	3831	76,10	77,25	76,68	13,82	13,58	13,70
15,71	3858	76,50	77,60	77,05	13,76	13,51	13,64
16,16	3918	77,00	78,40	77,70	13,70	13,41	13,56
16,61	3982	77,40	78,80	78,10	13,60	13,31	13,46
17,06	4050	78,00	79,40	78,70	13,47	13,17	13,32
17,51	4123	78,60	80,30	79,45	13,34	13,04	13,19
17,73	4162	78,90	80,70	79,80	13,27	13,00	13,13
17,95	4201	79,20	81,10	80,15	13,20	12,95	13,08
18,40	4283	80,10	81,20	80,65	13,08	12,80	12,94
18,85	4370	80,60	81,80	81,20	12,96	12,58	12,77
19,30	4461	81,00	81,70	81,35	12,80	12,38	12,59
19,75	4549	81,10	81,00	81,05	12,58	12,13	12,36
20,20	4641	81,30	80,50	80,90	12,33	11,83	12,08
20,65	4728	80,80	81,10	80,95	12,06	11,60	11,83
21,10	4814	80,60	81,00	80,80	11,78	11,43	11,61
21,54	4902	80,50	82,10	81,30	11,52	11,28	11,40
21,99	4986	80,40	83,30	81,85	11,27	11,24	11,26
22,44	5067	81,40	83,90	82,65	11,07	11,22	11,15
22,65	4847	79,30	82,50	80,90	10,90	11,00	10,95
		Valor máximo en cada prueba					
		Valor máximo promedio					

4.12. Después de la repotenciación

Al realizar la repotenciación tanto en la parte mecánica como en la parte tecnológica, se realizan nuevas pruebas que dieron como resultados promedio en potencia y torque máximos 69,10 HP y 15,88 Kgm respectivamente, pero ahora dentro de un intervalo más corto de 13,92 segundos, presentan gran diferencia en tiempos de trabajo para el motor y con ello una reducción de esfuerzo del mismo. Pero aún no se refleja valores coherentes con los datos característicos.

4.13. Prueba inicial antes de la repotenciación

Al encender la maquina sin contar con modificaciones o mantenimientos, se trató de calibrar de la mejor forma, como resultado reflejó los siguientes valores promedios en potencia máxima y torque máximo los cuales son de 82,65 HP y 14,04 Kg.m respectivamente dentro de un intervalo de tiempo máximo 22,44 seg., donde demuestra que no se llegó a los valores correctos del motor.

Tabla 17

Prueba inicial antes de la repotenciación.

Tiempo (Seg)	RPM Motor	Potencia (HP)			Torque (Kgm)		
		Prueba 1	Prueba 2	Promedio	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
0,00	1472	9,30	8,80	9,05	4,19	4,11	4,15
0,45	1653	16,90	10,50	13,70	4,69	4,23	4,46
0,90	1987	32,90	15,50	24,20	7,02	4,91	5,97
1,35	2162	38,40	21,70	30,05	9,82	6,25	8,04
1,80	2301	41,10	27,60	34,35	10,92	7,71	9,32
2,10	2361	42,35	30,10	36,23	11,09	8,32	9,71
2,25	2421	43,60	32,60	38,10	11,26	8,93	10,10
2,70	2523	46,50	36,60	41,55	11,59	9,78	10,69
3,14	2605	48,70	40,20	44,45	11,97	10,41	11,19
3,59	2669	50,90	43,10	47,00	12,28	10,94	11,61
4,04	2723	52,70	45,60	49,15	12,56	11,37	11,97
4,21	2748	53,45	47,00	50,23	12,67	11,57	12,12
4,49	2773	54,20	48,40	51,30	12,78	11,77	12,28
4,94	2819	55,30	50,70	53,00	12,94	12,19	12,57
5,39	2859	56,30	52,50	54,40	13,05	12,51	12,78
5,84	2898	57,10	53,90	55,50	13,13	12,73	12,93
6,29	2934	57,90	55,00	56,45	13,17	12,85	13,01
6,45	2951	58,40	55,50	56,95	13,21	12,88	13,04

Tiempo (Seg)	RPM Motor	Potencia (HP)			Torque (Kgm)		
		Prueba 1	Prueba 2	Promedio	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
6,73	2967	58,90	56,00	57,45	13,24	12,91	13,08
7,18	3000	59,70	57,00	58,35	13,33	12,96	13,15
7,63	3033	60,40	58,10	59,25	13,39	13,03	13,21
8,08	3066	61,20	59,20	60,20	13,44	13,11	13,28
8,53	3101	62,20	60,60	61,40	13,50	13,22	13,36
8,66	3119	62,70	61,25	61,98	13,55	13,34	13,41
8,97	3137	63,20	61,90	62,55	13,59	13,34	13,47
9,43	3176	64,20	63,50	63,85	13,68	13,44	13,56
9,88	3219	65,20	65,10	65,15	13,75	13,57	13,66
10,32	3267	66,50	66,50	66,50	13,82	13,69	13,76
10,77	3317	67,70	68,20	67,95	13,91	13,77	13,84
10,96	3343	68,45	68,90	68,68	13,95	13,81	13,88
11,22	3369	69,20	69,60	69,40	13,99	13,85	13,92
11,67	3420	70,50	70,90	70,70	14,08	13,90	13,99
12,12	3469	71,50	72,00	71,75	14,14	13,92	14,03
12,57	3511	72,10	73,00	72,55	14,15	13,93	14,04
13,02	3542	72,30	73,80	73,05	14,15	13,92	14,04
13,23	3565	72,75	74,15	73,45	14,14	13,91	14,02
13,47	3588	73,20	74,50	73,85	14,13	13,89	14,01
13,92	3655	74,40	75,20	74,80	14,05	13,83	13,94
14,36	3703	75,00	76,30	75,65	14,00	13,80	13,90
14,81	3752	75,70	76,50	76,10	13,95	13,76	13,86
15,26	3804	75,70	76,90	76,30	13,87	13,64	13,76
15,52	3831	76,10	77,25	76,68	13,82	13,58	13,70
15,71	3858	76,50	77,60	77,05	13,76	13,51	13,64
16,16	3918	77,00	78,40	77,70	13,70	13,41	13,56
16,61	3982	77,40	78,80	78,10	13,60	13,31	13,46
17,06	4050	78,00	79,40	78,70	13,47	13,17	13,32
17,51	4123	78,60	80,30	79,45	13,34	13,04	13,19
17,73	4162	78,90	80,70	79,80	13,27	13,00	13,13
17,95	4201	79,20	81,10	80,15	13,20	12,95	13,08
18,40	4283	80,10	81,20	80,65	13,08	12,80	12,94
18,85	4370	80,60	81,80	81,20	12,96	12,58	12,77
19,30	4461	81,00	81,70	81,35	12,80	12,38	12,59
19,75	4549	81,10	81,00	81,05	12,58	12,13	12,36
20,20	4641	81,30	80,50	80,90	12,33	11,83	12,08
20,65	4728	80,80	81,10	80,95	12,06	11,60	11,83
21,10	4814	80,60	81,00	80,80	11,78	11,43	11,61
21,54	4902	80,50	82,10	81,30	11,52	11,28	11,40
21,99	4986	80,40	83,30	81,85	11,27	11,24	11,26
22,44	5067	81,40	83,90	82,65	11,07	11,22	11,15
22,65	4847	79,30	82,50	80,90	10,90	11,00	10,95
		Valor máximo en cada prueba					
		Valor máximo promedio					

4.14. Después de la repotenciación

Al realizar la repotenciación tanto en la parte mecánica como en la parte tecnológica, se realizan nuevas pruebas que dieron como resultados promedio en potencia y torque máximos 69,10 HP y 15,88 Kgm respectivamente, pero ahora dentro de un intervalo más corto de 13,92 segundos, presentan gran diferencia en tiempos de trabajo para el motor y con ello una reducción de esfuerzo del mismo. Pero aún no se refleja valores coherentes con los datos característicos.

Tabla 18

Datos de la repotenciación

Tiempo (Seg)	RPM Motor	Potencia (HP)			Torque (Kgm)		
		Prueba 1	Prueba 2	Promedio	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
0,00	1452	15,60	15,70	15,65	9,21	9,31	9,26
0,23	1487	17,30	17,50	17,40	10,01	10,21	10,11
0,45	1601	21,20	21,40	21,30	11,37	11,57	11,47
0,67	1742	25,00	25,20	25,10	12,35	12,55	12,45
0,89	1849	28,20	28,10	28,15	13,10	13,00	13,05
1,12	1901	28,80	28,70	28,75	13,01	12,91	12,96
1,34	1926	29,10	29,20	29,15	12,98	13,08	13,03
1,56	1948	29,80	29,90	29,85	13,14	13,24	13,19
1,78	1972	30,20	30,30	30,25	13,14	13,24	13,19
2,01	1999	30,40	30,50	30,45	13,06	13,16	13,11
2,23	2022	31,00	31,20	31,10	13,18	13,38	13,28
2,45	2047	31,80	32,00	31,90	13,33	13,53	13,43
2,67	2076	32,40	32,60	32,50	13,42	13,62	13,52
2,90	2104	33,10	33,30	33,20	13,51	13,71	13,61
3,12	2131	33,80	34,00	33,90	13,61	13,81	13,71
3,56	2184	35,40	35,60	35,50	13,93	14,13	14,03
3,79	2210	35,60	35,80	35,70	13,86	14,06	13,96
4,01	2235	36,30	36,40	36,35	13,95	14,05	14,00
4,23	2255	36,40	36,50	36,45	13,89	13,99	13,94
4,46	2271	37,30	37,40	37,35	14,13	14,23	14,18
4,68	2290	37,70	37,90	37,80	14,15	14,35	14,25
4,90	2312	38,20	38,40	38,30	14,18	14,38	14,28
5,12	2338	39,00	39,20	39,10	14,34	14,54	14,44
5,35	2377	40,30	40,20	40,25	14,56	14,46	14,51
5,62	2438	42,80	42,70	42,75	15,07	14,97	15,02
5,85	2493	44,30	44,50	44,40	15,26	15,46	15,36
6,07	2552	45,80	46,00	45,90	15,42	15,62	15,52
6,29	2613	47,40	47,00	47,20	15,60	15,20	15,40
6,51	2669	48,80	48,40	48,60	15,70	15,30	15,50
6,74	2729	50,30	49,90	50,10	15,83	15,43	15,63

Tiempo (Seg)	RPM Motor	Potencia (HP)			Torque (Kgm)		
		Prueba 1	Prueba 2	Promedio	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
6,96	2780	51,00	50,60	50,80	15,77	15,37	15,57
7,18	2835	52,40	52,00	52,20	15,88	15,48	15,68
7,36	2892	54,30	53,90	54,10	16,08	15,68	15,88
7,57	2964	55,60	55,20	55,40	16,13	15,63	15,88
7,79	3036	56,80	56,70	56,75	16,06	15,66	15,86
8,01	3108	58,00	57,90	57,95	16,05	15,65	15,85
8,51	3269	59,50	59,40	59,45	15,63	15,53	15,58
8,74	3340	59,40	59,60	59,50	15,29	15,49	15,39
8,96	3413	59,40	59,60	59,50	14,94	15,14	15,04
9,19	3493	59,30	59,50	59,40	14,58	14,78	14,68
9,41	3573	59,50	59,60	59,55	14,30	14,40	14,35
9,63	3659	59,40	59,50	59,45	13,95	14,05	14,00
9,85	3741	59,10	59,20	59,15	13,58	13,68	13,63
10,08	3830	59,80	59,90	59,85	13,42	13,52	13,47
10,30	3920	59,60	59,70	59,65	13,07	13,17	13,12
10,52	4011	60,30	60,40	60,35	12,92	13,02	12,97
10,74	4102	61,10	61,20	61,15	12,80	12,90	12,85
11,02	4223	61,70	61,30	61,50	12,56	12,16	12,36
11,25	4317	62,30	61,90	62,10	12,39	11,99	12,19
11,47	4416	62,60	62,20	62,40	12,19	11,79	11,99
11,69	4519	63,30	62,90	63,10	12,03	11,63	11,83
11,91	4624	64,40	64,30	64,35	11,96	11,86	11,91
12,14	4737	64,90	64,80	64,85	11,77	11,67	11,72
12,36	4847	65,70	65,90	65,80	11,64	11,84	11,74
12,58	4955	66,80	67,00	66,90	11,59	11,79	11,69
12,80	5052	66,70	66,90	66,80	11,34	11,54	11,44
13,25	5231	67,80	67,40	67,60	11,14	10,74	10,94
13,47	5312	68,20	67,80	68,00	11,04	10,64	10,84
13,64	5371	69,30	68,90	69,10	11,09	10,69	10,89
13,92	5401	66,00	65,60	65,80	10,49	10,09	10,29
		Valor máximo en cada prueba			Valor máximo promedio		

Finalmente se realizó una nueva calibración en la parte del freno dinamométrico de la máquina para obtener mejores resultados, el promedio de las dos nuevas pruebas, con las cuales se obtuvo una potencia máxima es de 61,2 HP a 5360 rpm y que un torque máximo de 14,18 Kg.m, se mantiene este valor desde 2897 rpm a 2969 rpm. Estos resultados ya se encuentran más cercanos y coherentes con las características del motor.

Tabla 19

Pruebas de datos

Tiempo (Seg)	RPM Motor	Potencia (HP)			Torque (Kgm)		
		Prueba 1	Prueba 2	Promedio	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
0	1432	7,7	7,8	7,75	7,51	7,61	7,56
0,24	1498	9,4	9,6	9,5	8,31	8,51	8,41
0,46	1612	13,3	13,5	13,4	9,67	9,87	9,77
0,68	1753	17,1	17,3	17,2	10,65	10,85	10,75
0,9	1860	20,3	20,2	20,25	11,4	11,3	11,35
1,13	1912	20,9	20,8	20,85	11,31	11,21	11,26
1,35	1937	21,2	21,3	21,25	11,28	11,38	11,33
1,58	1959	21,9	22	21,95	11,44	11,54	11,49
1,8	1983	22,3	22,4	22,35	11,44	11,54	11,49
2,03	2006	22,5	22,6	22,55	11,36	11,46	11,41
2,25	2029	23,1	23,3	23,2	11,48	11,68	11,58
2,47	2054	23,9	24,1	24	11,63	11,83	11,73
2,69	2083	24,5	24,7	24,6	11,72	11,92	11,82
2,92	2111	25,2	25,4	25,3	11,81	12,01	11,91
3,14	2138	25,9	26,1	26	11,91	12,11	12,01
3,58	2191	27,5	27,7	27,6	12,23	12,43	12,33
3,81	2217	27,7	27,9	27,8	12,16	12,36	12,26
4,03	2242	28,4	28,5	28,45	12,25	12,35	12,3
4,48	2262	28,5	28,6	28,55	12,19	12,29	12,24
4,71	2278	29,4	29,5	29,45	12,43	12,53	12,48
4,93	2297	29,8	30	29,9	12,45	12,65	12,55
5,15	2319	30,3	30,5	30,4	12,48	12,68	12,58
5,37	2348	31,1	31,3	31,2	12,64	12,84	12,74
5,6	2387	32,4	32,3	32,35	12,86	12,76	12,81
5,87	2448	34,9	34,8	34,85	13,37	13,27	13,32
6,08	2503	36,4	36,6	36,5	13,56	13,76	13,66
6,3	2562	37,9	38,1	38	13,72	13,92	13,82
6,52	2623	39,5	39,1	39,3	13,9	13,5	13,7
6,74	2679	40,9	40,5	40,7	14	13,6	13,8
6,97	2739	42,4	42	42,2	14,13	13,73	13,93
7,19	2790	43,1	42,7	42,9	14,07	13,67	13,87
7,41	2840	44,5	44,1	44,3	14,18	13,78	13,98
7,7	2897	46,4	46	46,2	14,38	13,98	14,18
7,91	2969	47,7	47,3	47,5	14,43	13,93	14,18
8,13	3041	48,9	48,8	48,85	14,36	13,96	14,16
8,35	3113	50,1	50	50,05	14,35	13,95	14,15
8,85	3274	51,6	51,5	51,55	13,93	13,83	13,88
9,08	3345	51,5	51,7	51,6	13,59	13,79	13,69
9,3	3418	51,5	51,7	51,6	13,24	13,44	13,34
9,53	3473	51,4	51,6	51,5	12,88	13,08	12,98
9,75	3553	51,6	51,7	51,65	12,6	12,7	12,65
9,97	3639	51,5	51,6	51,55	12,25	12,35	12,3
10,19	3721	51,2	51,3	51,25	11,88	11,98	11,93
10,53	3833	51,9	52	51,95	11,72	11,82	11,77

Tiempo (Seg)	RPM Motor	Potencia (HP)			Torque (Kgm)		
		Prueba 1	Prueba 2	Promedio	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
10,75	3923	51,7	51,8	51,75	11,37	11,47	11,42
10,97	4014	52,4	52,5	52,45	11,22	11,32	11,27
11,19	4105	53,2	53,3	53,25	11,1	11,2	11,15
11,47	4226	53,8	53,4	53,6	10,86	10,46	10,66
11,7	4320	54,4	54	54,2	10,69	10,29	10,49
11,92	4419	54,7	54,3	54,5	10,49	10,09	10,29
12,14	4522	55,4	55	55,2	10,33	9,93	10,13
12,36	4627	56,5	56,4	56,45	10,26	10,16	10,21
12,59	4740	57	56,9	56,95	10,07	9,97	10,02
12,81	4836	57,8	58	57,9	9,94	10,14	10,04
13,15	4944	58,9	59,1	59	9,89	10,09	9,99
13,37	5041	58,8	59	58,9	9,64	9,84	9,74
13,82	5220	59,9	59,5	59,7	9,44	9,04	9,24
14,04	5301	60,3	59,9	60,1	9,34	8,94	9,14
14,21	5360	61,4	61	61,2	9,39	8,99	9,19
14,49	5390	58,1	57,7	57,9	8,79	8,39	8,59
		Valor máximo en cada prueba					
		Valor máximo promedio					

4.15. Interpolación

Para obtener un valor aproximado al ideal (ficha técnica del vehículo) se interpolaron con los valores que reflejaron en la prueba 1 (se toma en cuenta que es el valor máximo) y así obtener la potencia a un cierto número de rpm próximos al de la ficha técnica (6000rpm)

Figura 38

Ficha Técnica del Chevrolet Wind 1.4cc

FOUR WHEEL DRIVE MAGAZINE 4WD-MAG.BLOGSPOT.COM		
ESPECIFICACIONES CHEVROLET CORSA 1.4 (1998-2007)		
Datos de Fabricación	Fabricante	GM Colmotores
	Ensamble Final en	Bogotá, Colombia
Pesos	Bruto sin A/A (3P/4P/5P)	1320 kg / 1320 kg / 1320 kg
	Bruto con A/A (3P/4P/5P)	1375 kg / 1463 kg / 1395 kg
	Permisible en el eje delantero sin A/A (3P/4P/5P)	675 kg / 740 kg / 675 kg
	Permisible en el eje delantero con A/A (3P/4P/5P)	715 kg / 770 kg / 770 kg
	Permisible en el eje trasero sin A/A (3P/4P/5P)	660 kg / 705 kg / 680 kg
	Permisible en el eje trasero con A/A (3P/4P/5P)	660 kg / 705 kg / 680 kg
Capacidades de Carga	Volumen Baúl (3P/4P/5P)	260 L / 390 L / 280 L
	V. Baúl con el asiento trasero plegado (3P/4P/5P)	650 L / 542 L / 680 L
	Carga Útil (pasajeros y carga)* (3P/4P/5P)	470 kg / 450 kg / 423 kg
	Capacidad de Remolque con Frenos (3P**/4P/5P**)	900 kg / 850 kg / 900 kg
	Capacidad de Remolque sin Frenos (3P/4P/5P)	450 kg / 450 kg / 450 kg
Dimensiones	Ancho con Espejos (mm)	1768
	Largo / Ancho / Alto / Distancia entre ejes (mm) 3P	3729 / 1608 / 1388 / 2443
	Largo / Ancho / Alto / Distancia entre ejes (mm) 4P	4026 / 1608 / 1388 / 2443
	Largo / Ancho / Alto / Distancia entre ejes (mm) 5P	3729 / 1608 / 1388 / 2443
Motor	Código	1.4 MPFI X14XE
	Tipo	Longitudinal Delantero
	Número de Cilindros y válvulas por cilindro	4 en línea 2 válvulas por cilindro (SOHC)
	Orden de Encendido	1 - 3 - 4 - 2
	Diámetro del pistón	77.6 mm
	Carrera del pistón	73.4 mm
	Relación de Compresión	9.5 a 1
	Cilindrada	1388cc
	Revoluciones de ralentí	950 ± 50 rpm
	Potencia Máxima Neta***	83.7 HP a 6000 rpm
Torque Máximo Neto***	113.56 Nm a 3000 rpm	
		1a - 3,73:1
		2a - 2,14:1

Nota: (SCRIBD, 2021)

$$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

$$y = 83,7 + \frac{61,4 - 83,7}{5360 - 6000} (5999,99 - 6000)$$

$$y = 83,665$$

Ecuación 8 *Calculo de Interpolación*

Nota(Rosas, 2011):

$$P = 83,665 \text{ hp}$$

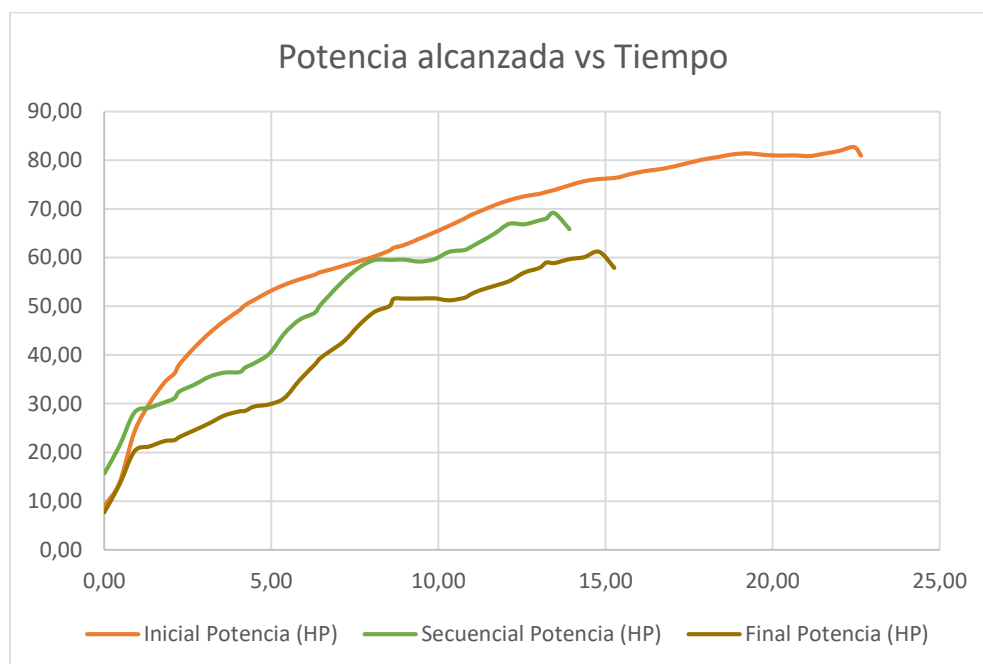
Los valores que se visualizan en los datos de la prueba 1 coinciden con los valores de la ficha técnica quedando para la prueba 1 $P= 61,4 \text{ Hp @ } 5360\text{rpm}$ y de la ficha técnica $P=83,7 \text{ hp @ } 6000 \text{ rpm}$.

4.16. Análisis de curvas

En el experimento A se representa por la curva naranja con un tiempo de 22,44seg. Alcanza una potencia de 82,65 hp; en el experimento B con la curva café con un tiempo de 14,81seg alcanza una potencia de 61,2 hp; y en el experimento C que corresponde al reemplazo actual de elementos se representa con la curva verde con un tiempo de 13,47 seg alcanza una potencia de 69,1hp.

Figura 39

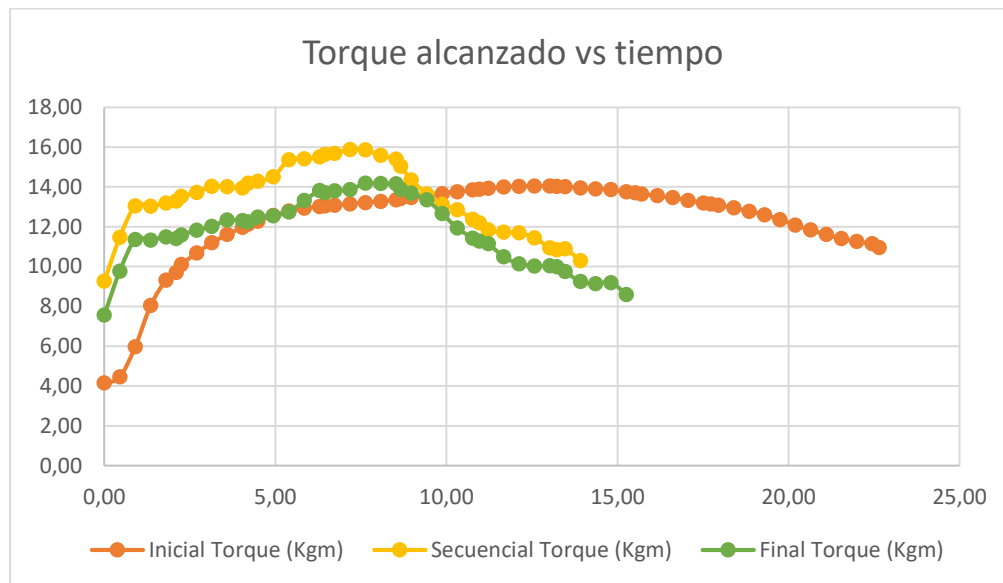
Curva de potencia alcanzada vs tiempo



En el experimento A el cual se representa por la curva naranja con un tiempo de 12,57 seg. Alcanza un torque de 14,04 kgm; en el experimento B la curva verde con un tiempo de 7,63seg alcanza un torque de 14,18 kgm; y en el experimento C que corresponde al reemplazo actual de elementos y es la curva amarilla con un tiempo de 7,18 seg alcanza un torque de 15,88 kgm.

Figura 40

Gráfica de Torque vs Tiempo

**4.17. Tabulación de resultados**

Para la interpretación de los resultados se identificará al experimento A, con el dinamómetro original; al experimento B, con el dinamómetro modificado; y al experimento C, al que se realizó reemplazos de elementos en el dinamómetro. Cabe mencionar que cada experimento tiene valores en tiempo, rpm, potencia (con dos pruebas) y torque (con dos pruebas); para los valores de las dos pruebas de potencia de cada experimento se realizó un promedio que se colocó en la tabla resumen, de la misma manera con los valores de las pruebas de torque respectivamente.

Dentro de la tabla resumen se detalla el valor promedio con respecto al rpm del experimento A, B y C, además el promedio de los valores de potencia de los diferentes experimentos, siendo potencia inicial, secuencial y final.

Tabla 20

Tabulación de datos

Inicial		Secuencial		Final	
Potencia (HP)	Torque (Kgm)	Potencia (HP)	Torque (Kgm)	Potencia (HP)	Torque (Kgm)
9,05	4,15	7,75	7,56	15,65	9,26
13,70	4,46	13,4	9,77	21,30	11,47
24,20	5,97	20,25	11,35	28,15	13,05
30,05	8,04	21,25	11,33	29,15	13,03
34,35	9,32	22,35	11,49	30,25	13,19
36,23	9,71	22,55	11,41	31,10	13,28
38,10	10,10	23,2	11,58	32,50	13,52
41,55	10,69	24,6	11,82	33,90	13,71
44,45	11,19	26	12,01	35,50	14,03
47,00	11,61	27,6	12,33	36,35	14,00
49,15	11,97	28,45	12,3	36,45	13,94
50,23	12,12	28,55	12,24	37,35	14,18
51,30	12,28	29,45	12,48	38,30	14,28
53,00	12,57	29,9	12,55	40,25	14,51
54,40	12,78	31,2	12,74	44,40	15,36
55,50	12,93	34,85	13,32	47,20	15,40
56,45	13,01	38	13,82	48,60	15,50
56,95	13,04	39,3	13,7	50,10	15,63
57,45	13,08	40,7	13,8	52,20	15,68
58,35	13,15	42,9	13,87	55,40	15,88
59,25	13,21	46,2	14,18	57,95	15,85
60,20	13,28	48,85	14,16	59,45	15,58
61,40	13,36	50,05	14,15	59,50	15,39
61,98	13,41	51,55	13,88	59,50	15,04
62,55	13,47	51,6	13,69	59,55	14,35
63,85	13,56	51,6	13,34	59,15	13,63
65,15	13,66	51,65	12,65	59,65	13,12
66,50	13,76	51,25	11,93	61,15	12,85
67,95	13,84	51,75	11,42	61,50	12,36
68,68	13,88	52,45	11,27	62,10	12,19
69,40	13,92	53,25	11,15	63,10	11,83
70,70	13,99	54,2	10,49	64,85	11,72
71,75	14,03	55,2	10,13	66,90	11,69
72,55	14,04	56,95	10,02	66,80	11,44
73,05	14,04	57,9	10,04	67,60	10,94
73,45	14,02	59	9,99	68,00	10,84
73,85	14,01	58,9	9,74	69,10	10,89
74,80	13,94	59,7	9,24	65,80	10,29

Inicial		Secuencial		Final	
Potencia (HP)	Torque (Kgm)	Potencia (HP)	Torque (Kgm)	Potencia (HP)	Torque (Kgm)
75,65	13,90	60,1	9,14		
76,10	13,86	61,2	9,19		
76,30	13,76	57,9	8,59		
76,68	13,70				
77,05	13,64				
77,70	13,56				
78,10	13,46				
78,70	13,32				
79,45	13,19				
79,80	13,13				
80,15	13,08				
80,65	12,94				
81,20	12,77				
81,35	12,59				
81,05	12,36				
80,90	12,08				
80,95	11,83				
80,80	11,61				
81,30	11,40				
81,85	11,26				
82,65	11,15				
80,90	10,95				

Capítulo V

5. Marco administrativo

5.1. Recursos

Para llevar a cabo el proyecto “Reingeniería y mantenimiento del sistema de control mecánico y electrónico del dinamómetro de rodillos Motorroll (md200hp), en el desarrollo de pruebas dinámicas en vehículos” fue necesario contar con los recursos, humanos, tecnológicos, materiales y financieros con la finalidad de llegar a las metas y objetivos que se plantearon.

5.2. Recursos humanos

El recurso humano que intervino para el desarrollo del proyecto, se direcciona hacia docentes y profesionales en el campo automotriz.

Tabla 21

Recursos humanos

Orden	Descripción	Cantidad	Función
1.	Poalacín Gustavo	1	Investigador
2.	Vilaña Adriana	1	Investigador
3.	Ing. Erazo German	1	Colaborador Científico

5.3. Recursos materiales

Tabla 22

Recursos Materiales

Orden	Cantidad	Descripción	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
1	1	Hoja de policarbonato transparente (AR200) (Techo)	80	80
2	1	Gasolina	20	20
3	6	Thinner (Preparacin-Limpiez)	52	52
4	30	Guaípe	5	5
5	1	Ángulo de aletas iguales (Aluminio)	10	10

Orden	Cantidad	Descripción	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
7	2	Mástico	5,70	11,40
8	4	Guantes de caucho	3	12
9	3	Lustre	1,50	4,50
10	1	Media nylon	0,80	0,80
11	1	Detergente	1	1
12	1	Estropajos	1	1
13	10	Lija (#80, #120)	5	5
14	1	Plancha Tríplex	44	44
15	1	Corte de la tabla tríplex	3	3
16	10	Correa plásticas	0,50	5,00
17	1	Bomba hidráulica	180	180
18	4	Mangueras de (1/2" y 1")	30	30
19	1	Remachado de mangueras	40	40
20	12	Abrazaderas	0,50	6,00
21	3	Canaletas de piso ovaladas	32	32
22	10m	Cable sucre 3x12	21	21
23	2	Toma corriente de 220v tipo pata de gallina	12	12
24	1	Toma corriente de 110v	1,80	1,80
25	2	Cajas dexion	6	18
26	20	Taco fisher (#6)	0,02	0,40
27	20	Tornillos	0,02	0,40
28	3	Tapas ciegas de plásticas rectangulares	3	3
29	1	Enchufe de 110v	2,25	2,25
30	1	Válvula de pie 1"	15	15
31	1	Válvula de paso 1"	15	15
22	10	Pernos (3/8"1/4" Allen)	5	5
23	1	Unión de plástico	10,80	10,80
24	20	Tornillo	2	2
25	1	Taype	1	1
26	1	Teflón	1	1
28	5m	Caucho de borde (5m)	2,50	12,50
29	1	Asesoramiento técnico externo	400	400
			Costo total	\$1137.85

Tabla 23*Recursos Tecnológicos*

Orden	Detalle	Cantidad	Costo Unitario	Costo
1.	Software de diseño	1	375	375
		Total		\$ 375

5.4. Costo neto del proyecto

El costo total del proyecto será de aproximadamente de \$1512,85

Capítulo VI

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

- Para concluir, en el presente proyecto se logró satisfactoriamente efectuar la reingeniería y mantenimiento del sistema de control mecánico y electrónico del dinamómetro de rodillos Motorroll (MD200Hp), para lo cual se llevaron a cabo diferentes pruebas dinámicas en el vehículo (Chevrolet Corsa Wind 1.4L) perteneciente a la carrera de Ingeniería Automotriz, se obtuvieron resultados satisfactorios que sirven para comprobar la hipótesis planteada, es decir se permitirá el desarrollo de pruebas dinámicas en vehículos de 2000cc y hasta 120 Hp.
- Los componentes fueron selectos de acuerdo a las necesidades detectadas en el dinamómetro de rodillos Motorroll (MD200Hp), en los cuales incluyen dentro de los mecánicos, eléctricos y electrónicos que se detallaron anteriormente y con los que se logró la optimización total del equipo.
- Se efectuó diferentes calibraciones en los sistemas que componen el dinamómetro de rodillos Motorroll (MD200Hp), mismo que incluye mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos para la puesta a punto de cada uno de ellos.
- A través de las diferentes pruebas de desempeño y distintas calibraciones se llevó a cabo las pruebas en un vehículo con las características que se plantearon en el proyecto, con sus especificaciones 2000cc y hasta 200Hp, por lo cual se determina que las calibraciones valores coherentes acorde a la hoja técnica del vehículo (Chevrolet Corsa Wind 1.4L).

- Para finalizar, mediante la figura 22 se explica el plan, que se trabajó en intervalos de tiempos (horas) para cada una de las actividades programadas se distribuyó correctamente el tiempo de trabajo establecido mismo que se detalla anteriormente en la figura mencionada, donde se encuentra una nomenclatura que explica cada una en las actividades y el tiempo que llevaron en la utilización del dinamómetro de rodillos Motorroll (MD200Hp)

6.2. Recomendaciones

- Es importante estudiar la reingeniería y mantenimiento del sistema de control mecánico y electrónico del dinamómetro para conocer los diagnósticos con resultados próximos a la exactitud en relación a la potencia y torque de acuerdo a la hoja técnica del vehículo a involucrarse en la prueba, ya que este dinamómetro indica en su especificación que deben limitar motores de 2000cc hasta 200Hp.
- Además, es importante implementar unas fajas de sujeción para mantener la estabilidad del vehículo y garantizar la seguridad del conductor, así evitar accidentes en el área de pruebas.
- Es importante que el protector metálico del sistema hidráulico se reemplace por cubiertas de policarbonato transparente para una mejor apreciación de funcionamiento del circuito hidráulico.
- Finalmente es necesario crear un sistema de drenaje en el depósito del fluido que circula en el sistema hidráulico para evitar derramamientos accidentales que perjudiquen el funcionamiento.

Bibliografía

- Ávila, A. (2016). *Facultad De Ingeniería Automotriz Tema : “ Diseño De Procesos Para La Aplicación Operativa De Un Dinamometro De Chasis Modelo X Tracción 2 Ruedas Del Fabricante Dynocom ” Trabajo De Titulación Previo a La Automotriz Autor : Thomas Lanhen Ng Robles.*
- Baltazar, A. (2017). *Presentado por: ARMANDO BALTAZAR SOTO Tutor: MSc. Ing. Ricardo Teófilo Paz Zeballos La Paz – Bolivia 2017.*
- Cerecero, M. (2012). *Diseño de un Dinamómetro de Chasis Para Vehículos de hasta 3500 kg de Peso Bruto Vehicular.*
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/1784/1/Tesis.pdf>
- Facultad de ingeniería mecanica U.L.N.P. (2017). *Resumen pérdidas mecánicas.*
https://www.ing.unlp.edu.ar/catedras/M0639/descargar.php?secc=0&id=M0639&id_inc=29009
- Maldonado, H., & Siguensa, L. (2012). *Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria pesada de la empresa minera Dynasty Mining del catón Porto veló.* 1–173. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1759/12/UPS-CT002328.pdf>
- Oropeza, G., JL, H., & Rodríguez, V. (2007). *Caracterización De Masas Inerciales En Un Dinamómetro De Chasis. Pucp.Edu.Pe, 1, 10.*
<http://www.pucp.edu.pe/congreso/cibim8/pdf/31/31-04.pdf>
- Palomo Palomo, K. S., & Pilataxi Yungan, E. V. (2012). *Diseño Y Construcción De Un Sistema De Medición De Consumo Específico De Combustible Con La Utilización De Un Software Para La Optimización Del Dinamómetro Del Laboratorio De Motores Diesel- Gasolina. En Diseño de Calderas con Regeneracion.*
<http://repositorio.espe.edu.ec:8080/bitstream/21000/8105/1/T-ESPEL-0980.pdf>
- Prestaciones, C. D. E., Instalaciones, U. E., Utilizo, L. D. E., Seguridad, E. Y. N. D. E., & Pedido, E. B. (2020). *Electrobombas centrifugas.* Bonnett.
<https://bonnettretail.com/producto/electrobomba-pedrollo-1-0-h-p-centrifuga-cpm-620/>
- Rosas, A. (2011). *Escuela politécnica nacional.*

- Testing, F. O. R. (2016). Kahn series 301 kahn industries inc. *KAHN SERIES 301 DYNAMOMETERS FOR LOAD TESTING DIESEL AND GASOLINE ENGINES Developed*, 4. <http://www.kahn.com/info/dynamometer-301.pdf>
- Unemi, R. C., & Torres, G. (2018). Análisis de Gases del Motor de un Vehículo a través de Pruebas Estáticas y Dinámicas. *Ciencia UNEMI*, 11(28), 97–108. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol11iss28.2018pp97-108p>
- DACAR. (2021). *DACAR*. Obtenido de Instalações Dacar Motorsport Parte 1 - Dinamômetros: <http://www.dacarmotorsport.com/site2011/releases/instalacoes-dacar-motorsport-parte-1---dinamometros/>
- SCRIBD. (Marzo de 2021). Obtenido de Chevrolet Corsa 1.4 - Especificaciones para los modelos colombianos: <https://es.scribd.com/doc/112540164/Chevrolet-Corsa-1-4-Especificaciones-para-los-modelos-colombianos-desde-1998-hasta-2007>

Anexos