



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN  
DINAMÓMETRO DE MOTORES DIESEL, EN LA EMPRESA  
FERREYROS S.A, CIUDAD DE CAJAMARCA, 2016

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTOR:**

YORDAN CRISTIAN ASTUYAURI SAAVEDRA

**ASESOR:**

ING. JOSÉ LUIS ADANAQUE SÁNCHEZ

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

SISTEMAS Y PLANES DE MANTENIMIENTO

**CAJAMARCA - PERÚ**

**2016**

**JURADO**

---

ING. CESAR DANY SIALER DÍAZ

Presidente

---

ING. JAMES SKINNER CELADA PADILLA

Secretario

---

ING. JOSÉ LUIS ADANAQUE SÁNCHEZ

Vocal

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a cada integrante de mi familia, porque siempre han sido mi inspiración, brindándome siempre todo su amor y apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios porque es Él que me guía en todo y para desarrollarme de manera profesional.

A mi familia y mis padres.

A mis queridas amistades por su apoyo y la alegría que compartimos.

A la empresa Ferreyros, por permitirme formar parte de un equipo de trabajo idóneo.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yordan Cristian Astuyauri Saavedra, N° 40079599 con propósito de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también, bajo juramento, que todos los datos e información que se presenta en la presente Tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Cajamarca, 18 diciembre del 2016

---

Yordan Cristian Astuyauri Saavedra

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros de Jurado:

En cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN DINAMÓMETRO DE MOTORES DIESEL, EN LA EMPRESA FERREYROS S.A, CIUDAD DE CAJAMARCA, 2016”

La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Eléctrico.

---

YORDAN CRISTIAN ASTUYAURI SAAVEDRA

## ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	IV
PRESENTACIÓN	V
ÍNDICE	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
1.1 Realidad Problemática	- 1 -
1.2 TRABAJOS PREVIOS	- 3 -
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	- 6 -
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	- 11 -
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	- 11 -
1.6 HIPÓTESIS	- 13 -
1.7 OBJETIVOS.	- 14 -
II. METODO.	- 15 -
2.1 Diseño de investigación	- 15 -
2.2 Variables, OPERACIONALIZACIÓN.	- 15 -
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	- 17 -
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.	- 17 -
2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.	- 19 -
2.6 ASPECTOS ÉTICOS.	- 19 -
III RESULTADOS	- 20 -
IV DISCUSION	- 25 -
V CONCLUSIONES	- 28 -
VI RECOMENDACIONES	-29 -
. REFERENCIAS.	- 30 -
ANEXO	-32 -

## **RESUMEN**

La finalidad de mi tesis de investigación es contribuir al desarrollo de las múltiples tecnologías aplicadas en la actualidad en nuestro país; con este trabajo investigativo quisiera aportar al desarrollo de implementación de un dinamómetro de motores diésel, en la empresa Ferreyros S.A ciudad de Cajamarca, 2016.

Este estudio de factibilidad consiste en la combinación de elementos técnicos y económicos que conlleven a la implementación de un dinamómetro, basándose en la evaluación final, después de la reparación del motor interno, en donde el dinamómetro como herramienta mecánica aplica carga sobre un motor al proporcionarle un torque opuesto a su giro. El resultado es obtener la curva de potencia y torque que permite medir la variación de estos dos factores; torque y potencia, mediante la carga.

Logrando así satisfacer la demanda de los servicios de prueba de motores, con el dinamómetro, brindando un mejor servicio, con un control de calidad y óptimos resultados en el funcionamiento de los motores diésel.

### **PALABRA CLAVE:**

Motor Diésel, Dinamómetro, Medición



## **ABSTRACT**

The aim of this thesis is to contribute and meet the development needs of the various technologies currently applied in our country; with this degree work start is given to the investigation focused on the development of implementing a diesel engine dynamometer, the company Ferreyros S.A. city of Cajamarca, 2016.

The feasibility study is a combination of technical and economic where they appear as fundamental aspects elements, the implementation of a dynamometer, based on the final evaluation, after repair of the internal engine, where the dynamometer is a mechanical tool that applies load on a motor to provide an opposite to its rotation torque. The result is to get the power curve and torque to measure the variation of these two factors; torque and power by the load.

thus achieving meet the demand for testing services of engines, with the dynamometer, providing a better service, quality control and optimal results in the operation of diesel engine.

### **KEYWORD:**

Diesel engine, Dynamometer, Measurement

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Realidad Problemática**

#### **1.1.1 A Nivel Internacional.**

La importancia del motor diésel es una composición de varios factores, siendo un componente con tecnología. el rendimiento de un motor diésel moderno es beneficioso con respecto a un motor de gasolina. El motor diésel es más económico debido a que el combustible es más barato que la gasolina, el motor diésel tiene un consumo óptimo y eficiente. A pesar de su costo inicial superior, la popularidad del motor diésel sigue aumentando, debido al ahorro de combustible, al robusto diseño, a la compatibilidad del combustible con otros equipos del parque automotor ya que actualmente equipa no sólo la casi totalidad de los pesos pesados, sino que cada día es más utilizado en obras públicas, en las industrias como motor fijo y a su capacidad para cumplir las normativas sobre emisiones ambientales. (Morales y Rivadeneira (2007, p. 09).

En la actualidad, el Laboratorio de Motores de Combustión Interna cuenta con un banco de pruebas equipado con un motor a gasolina, pero las necesidades de formación en motores a diésel y la creciente demanda de investigaciones encaminadas a disminuir el impacto ambiental de los motores a diésel, obligan a que el laboratorio cuente con un banco equipado con un motor a diésel representativo del parque automotor que circula en Quito. Evaluando el funcionamiento de un motor mediante un banco de pruebas, se puede mejorar el rendimiento del mismo, sometándolo a la calibración especificada por el fabricante o realizando ajustes que se acomoden a una aplicación particular. (Morales y Rivadeneira (2007, p. 09).

#### **1.1.2 A Nivel Nacional. -**

En los inicios de la industria automotriz, surgió la necesidad de conocer la potencia máxima del vehículo, la curva torque vs velocidad y la curva potencia vs velocidad, infaltables en las hojas técnicas de los motores. En

contraste, en la actualidad la tecnología ha permitido no sólo detectar el punto de mínimo consumo de combustible, sino que también ha hecho posible operar a ese punto gracias a la incursión de la electrónica en el motor y a los ensayos de dinamómetro. En los últimos años estos ensayos han permitido a los fabricantes de motores disminuir la cantidad de emisiones contaminantes, cuya regulación se da en nuestro país a través de las revisiones técnicas según Decreto Supremo N° 047-2001-MTC. Es propicio mencionar que algunos de los talleres calificados a nivel nacional para realizar dichas revisiones cuentan con un dinamómetro. (Coveñas, 2014, p. 11).

En general, en nuestro país se emplea el ensayo de dinamómetro como estándar de calidad de conversión de autos a gas, se usa para hacer tuning a automóviles de rally, y se utiliza en algunos talleres para las revisiones técnicas, es decir, para el mantenimiento del vehículo. Sin embargo, los usuarios de autos ya no sólo quieren ir al taller a realizar estas pruebas, sino que hay un mercado de oportunidad que necesita hacer el ensayo en lugares remotos como una pista de carreras rally o un campamento minero. En el caso de competencias de rally, las pruebas de velocidad y maniobrabilidad son en la ruta, muy pobres y muy empíricas. En el caso de las mineras, sus flotas de camionetas tienen que cumplir un programa de mantenimiento muy exigente. (Coveñas, 2014, p. 11).

### **1.1.3 A Nivel Local. -**

La Empresa Ferreyros S.A, posee un gran parque de motores diésel, que se encuentran aplicados en los diversos equipos, por razones de garantía y horas de servicio es primordial que la empresa se encargue del mantenimiento y reparación de sus motores y los de terceros, una vez terminada las reparaciones efectuadas a los motores diésel, estos componentes son reincorporados a sus respectivos equipo, tomado parámetros positivos y asumiendo que la potencia es la eficiente, debido a que no se tiene un banco de pruebas, dinamómetro, para realizar un mejor servicio con calidad y óptimos resultados.

Sin embargo, muchas veces su desempeño de los motores ya reparados se ha visto afectados por fallas prematuras consecuentes de la reparación, (perdida de potencia, sincronización defectuosa, etc.) generando paradas imprevistas en el equipo, baja producción y altos costo en el presupuesto, afectando la fiabilidad y rentabilidad a la empresa como al cliente.

## **1.2 TRABAJOS PREVIOS**

### **Internacional. -**

Merchán (2004, p.60), en su tesis de investigación: Determinación de la potencia y torque en motores de combustión interna mediante la técnica de la aceleración libre; en esta investigación manifiesta lo siguiente:

La técnica se desarrolló con base en las ecuaciones matemáticas que determinan la dinámica de un motor de combustión interna. La técnica fue desarrollada para medir la potencia y torque a partir de la velocidad angular del motor, acelerando el motor sin someterlo a ninguna carga diferente a las pérdidas mecánicas ocasionadas por la transmisión del vehículo y la fricción de los componentes del mismo. El resultado es una curva de potencia y torque que permite observar la variación de estos dos factores en función de la velocidad angular del motor sin carga, y a partir de estos resultados se puede tener un indicativo del estado del automotor. (Mechán, 2004, p.60)

Morales y Rivadeneira (2007, p.06), en su trabajo de investigación: Dimensionamiento de un banco para pruebas de motores a diésel:

Este estudio tiene como finalidad el dimensionamiento de un banco de pruebas para motores diésel; el equipo es necesario para probar bajo parámetros controlados el desempeño del motor diésel a condiciones de laboratorio; además, es necesario el estudio del motor a condiciones atmosféricas que presenta la ciudad de Quito debido a la gran cantidad de emisiones ambientales características del motor diésel como lo son el dióxido de azufre, monóxido de carbono, material articulado entre otros, la solución empieza desde el diseño de motores y sistemas de alimentación de combustible, búsqueda de combustibles

ecológicos, dispositivos de post-combustión y motores con tecnologías alternativas. (Morales y Rivadeneira, 2007, p. 06).

Jaya y Mancheno (2009, p. 44), en su trabajo de investigación titulado Determinación de las Características de Funcionamiento y Rendimiento de un Motor Encendido por Compresión al utilizar mezclas de biodiésel, manifiesta lo siguiente:

Comprobando las características de funcionamiento y rendimiento de un motor encendido por compresión al utilizar mezclas de biodiésel con el propósito de determinar su posibilidad técnica en la generación de potencia en motores diésel. Los resultados de las pruebas se dividen en tres variables. El primer resultado de control de calidad realizadas a las mezclas de biodiésel, de estos análisis se pudo afirmar que las mezclas cumplen con las exigencias establecidos para el control de la calidad de los combustibles en los criterios técnicos del INEN de Ecuador y de las normas ASTM a nivel internacional. Las especificaciones de torque, potencia, consumo específico y eficiencia total, se precisa que en la curva de torque, potencia al freno consumo específico de combustible y eficiencia total la mezcla al 10% es la que muestra un óptimo resultado para la operatividad del motor.

EL último resultado nos da las emisiones de gases de escape tanto como para el diésel puro como para las mezclas de biodiésel, se pudo establecer que las emisiones y la opacidad bajan desde un 10% hasta un 32%. Con el estudio se reafirma que el biodiésel alcanzado experimentalmente a partir del aceite de palma por medio del proceso es viable técnicamente y se puede obtener un combustible para los motores diésel así como permitió establecer el efecto benéfico desde el punto de vista ambiental del biodiésel empleado en mezcla con el diésel. (Jaya y Mancheno, 2009, p. 44)

#### **Nacional. -**

Coveñas (2014, p.44), en su trabajo de investigación Diseño mecánico de un dinamómetro vehicular portátil, manifiesta lo siguiente:

Permite que los equipos de competencias rally desarrollen ensayos a sus automóviles de tracción simple. Los ensayos que este diseño

puede realizar son el ensayo en estado estacionario y el ensayo a carga constante, de manera que los equipos de rally puedan realizarlos en cualquier lugar donde vayan y con una inversión razonable por el equipo. Las variables a medir en dichos ensayos son la velocidad angular y el torque en el eje de las ruedas con el objetivo de obtener curvas de torque y potencia para diferentes cambios de la caja de velocidad. Además, el dinamómetro diseñado es del tipo de dinamómetros que se acoplan directamente al cubo de las ruedas o bocamasas. (Coveñas, 2014, p.44).

Álvarez y Bereche (2011, p.33), en su trabajo de investigación titulado: «Diseño de un Banco de Pruebas de Potencia para Motocicletas de 50cc hasta 450 cc, Provincia de Chiclayo», manifiesta lo siguiente:

La labor de investigación consiste en el proyecto de diseño de un Banco de Pruebas de Potencia del tipo Inercial, se comprueba las especificaciones técnicas y el funcionamiento de este sistema mecánico, como son hp máxima, el torque máximo, velocidad, aceleración y la eficiencia de la motocicleta, así mismo los esfuerzos máximos, deformaciones máximas, análisis vibracional, análisis fatiga de cada uno de los componentes que conforman el banco de ensayo. De lo que se puede afirmar a la luz de esta investigación es que para poder llevar a cabo trabajos de mantenimiento correctivo se debe tener bien claro la instrumentación para implementarlo, aquí se presenta un banco de pruebas que tienen alta confiabilidad para distintas mediciones de tal manera que a modo de conclusión se demostró que el banco es efectivo en medida de que tenga todas sus maquinarias para efectuar dicha prueba. (Álvarez y Bereche, 2011, p.33).

### **Local.**

A nivel local no se han desarrollado trabajos similares sobre nuestro tema de investigación.

## **1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

### **1.3.1 DINAMÓMETROS**

“Un dinamómetro es un instrumento mecánico que inyecta carga sobre un motor proporcionándole un torque opuesto a su giro, aparentando un escenario de vida real, y así el motor conceda la potencia que se necesita para dar impulso a un vehículo”. (Chávez, 2007, p 13).

Todo dinamómetro se rige al principio de que cuando un motor conserva un régimen permanente de velocidad angular, frente a un torque opuesto al giro de su cigüeñal aplicado por un dinamómetro, entonces el torque aplicado por el dinamómetro debe ser idéntico al torque producido por el motor en ese régimen. Si el torque aplicado por el dinamómetro para cargar el motor es conocido, entonces podemos conocer el torque entregado por el motor en un régimen de velocidad angular específico. (Chávez, 2007, p 13).

El principal principio de un dinamómetro se fundamenta en su capacidad para cargar el giro del eje de potencia de un motor, que en el caso de un motor de combustión interna es el eje del cigüeñal, y en el caso de un motor eléctrico es el eje del rotor. (Chávez, 2007, p.13).

### **1.3.2 TIPO DE FRENOS DINAMOMÉTRICOS.**

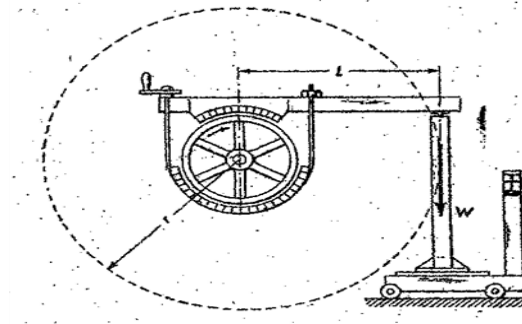
Guerrero (2008, p.26), “Los frenos dinamométricos tienen la función de crear un par resistente, el cual suministra la "carga" al motor. Esta carga ha de ser inconstante para ensayar distintas situaciones operativas del motor”.

#### **Freno de Fricción**

Morales y Ribadeneira (2007, p. 90-91). También conocido como freno de Prony. Posee una polea giratoria fija al cigüeñal del motor para frenarlo mediante mordazas; éstas al ser apretadas, tienden a girar con el volante del motor y arrastra a la palanca fija en la mordaza superior. Al extremo de esta palanca se cuelga las pesas para obtener el equilibrio y medir el par motor.

**Fig. 01**

Fuente: Seymour (1962, p126)



Freno de Prony

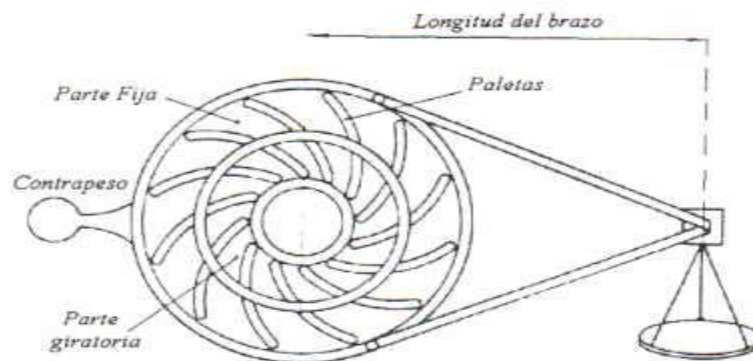
### Frenos Hidráulicos

“El freno hidráulico se parece a un convertidor hidráulico de par, ya que impide girar al eje de salida. Está compuesto por un rotor y una carcasa o estator llena de agua que sirve como frenante el refrigerante” (Morales y Ribadeneira, 2007, p. 92).

La potencia del motor absorbida por el freno se transforma en calor, necesiéndose una alimentación continua de agua fría. Para una temperatura de entrada al freno de 200 °C y una salida de 600 °C se necesita por kW frenado, un caudal de 20 dm<sup>3</sup>/h aproximadamente. (fig.02).(Morales y Ribadeneira, 2007, p. 92)

Fig. 02

Fuente: Morales y Ribadeneira (2007, p. 92).



Freno de agua tipo froude

### Frenos Eléctricos

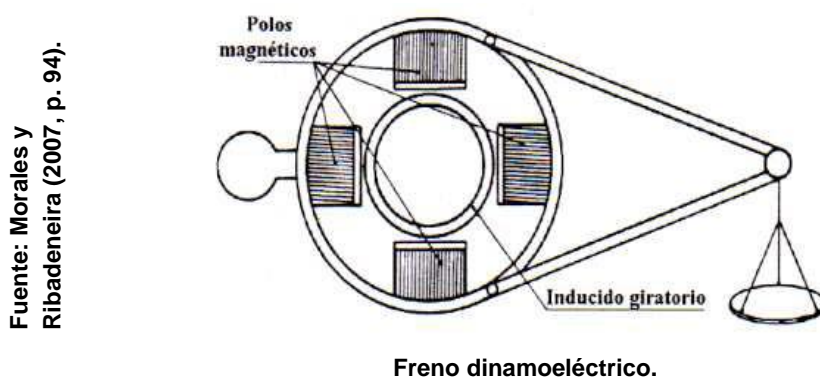
“Para Morales y Ribadeneira, determinar la potencia efectiva se pueden utilizar generadores de corriente eléctrica” (Morales y Ribadeneira, 2007, p. 94).

Si se acopla motor térmico a una dinamo generará una resistencia eléctrica, la potencia del motor se utilizará en accionarla. Esta potencia



mediante el voltímetro y un amperímetro puede medir la potencia eléctrica suministrada por el dínamo. En este proceso debe tenerse en cuenta que existirán pérdidas por rozamiento, debido al aire y pérdidas eléctricas dependientes de la carga en el generador, siendo un parámetro no confiable. Se ha desarrollado varios tipos de frenos eléctricos, los más utilizados son: Frenos de corriente continua (fig.03), Frenos de corriente de Foucault. (Morales y Ribadeneira, 2007, p. 94).

Fig. 03



### 1.3.3 TIPOS DE ENSAYOS

“Para Guerrero, existen dos tipos de ensayos de los motores de combustión interna: ensayos de investigación y desarrollo y ensayos de producción” (Guerrero, 2008, p.27).

Los primeros se realizan en zonas de celdas tipo ensayo, con la finalidad de desarrollar un motor o alguno de sus componentes, como también analizar los procesos, para todo esto se necesita, una instrumentación sofisticada. (Guerrero, 2008, p.27).

### 1.3.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE BANCOS DE PRUEBAS

Guerrero (2008, p.28), Si lo que se quiere es ensayar se debe instalar el motor en un banco de pruebas o de ensayos. Para ello es necesario saber sus elementos y son:

- “Contar con una cimentación absorbente”
- “Contar con una bancada para que soporte el motor”

- “Tener soportes que monten y fijen el motor en la bancada”
- “Contar con un freno dinamométrico que absorba la potencia desarrollada por el motor”
- “Contar con una transmisión con la que se conecte el freno-motor con elasticidad y capacidad”
- “Poseer un sistema de alimentación de combustible al motor utilizando instrumentos de medición de consumo”
- “Poseer un sistema de refrigeración del motor”
- “Utilizar una red de agua”
- “Utilizar un sistema de evacuación de los gases de escape”
- “Usar un sistema de ventilación de la sala”

### **1.3.5 PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES DIESEL.**

#### **1.3.4.1 El Motor Diésel.**

Las diferencias principales entre el motor a gasolina y el Diésel son:

- “Un motor a gasolina tiene una relación de combustible entre el % de 8:1 a 12:1, mientras un motor diésel una relación de combustible entre el % 14:1 hasta 25:1. La compresión óptima se traduce en eficiencia” (Guerrero, 2008, p.30).
- “Par tener una óptima eficiencia entre motor diésel y un motor a gasolina está en la inyección de combustible. Un motor diésel constantemente inyecta su combustible directamente al cilindro. Este proceso mejora la eficiencia del motor diésel”. (Guerrero, 2008, p.30).

#### **1.3.4.2 Curvas Características del Motor.**

“Las curvas permiten conocer el comportamiento y características del motor, en diversas condiciones de operación” (Guerrero, 2008, p.32-33).

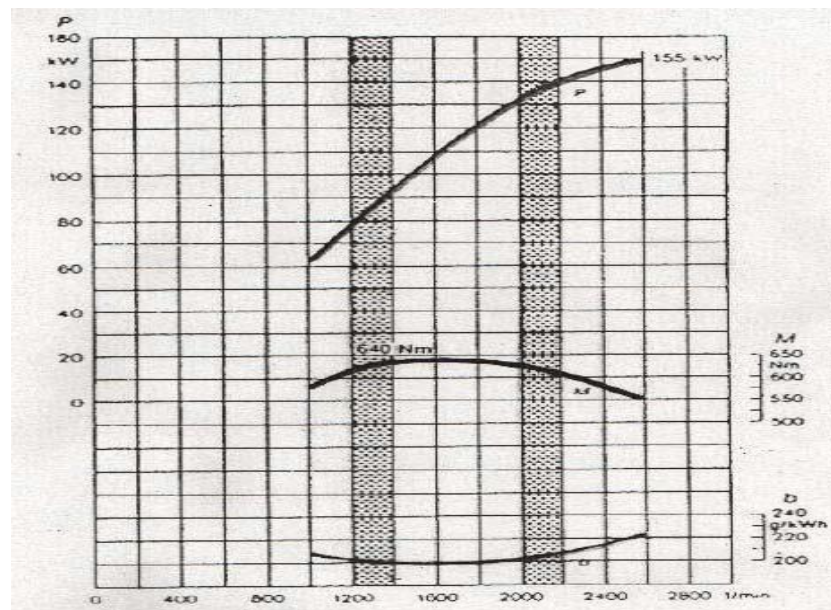
“El movimiento alternativo de los pistones, se transforma así en un movimiento de rotación, el cual se transmite a la caja de velocidades, el diferencial y a las llantas, provocando el par torsional” (Guerrero, 2008, p.32-33).

En las fichas técnicas generalmente se presenta el valor máximo del torque y las rpm correspondientes. La potencia del motor (POT) se puede obtener al multiplicar el par torsional y las revoluciones por minuto a las que gira el motor (N), por un factor K, que depende de las unidades utilizadas. (Guerrero, 2008, p.32-33)

$$\text{POT: } K * \text{Par} * N. \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación (1)}$$

Fig. 04

Fuente: Guerrero (2008, p 33)



Curvas de RPM vs. Potencia y RPM vs. Torque

La potencia generalmente se mide en Caballos (HP) o en kilowatts (Kw.) y al igual que el par torsional presenta un máximo en la curva correspondiente. (Ver figura 04).

Otro dato importante de la ficha técnica es el consumo específico de combustible, que indica la cantidad de combustible consumido en un vehículo por hora y las revoluciones por minuto correspondientes. Esta curva tiene un valor mínimo a ciertas rpm. Como se muestra en la

figura 27, para un motor de 155 Kw. (207 Hp) se tiene el par máximo a 1700 rpm., la potencia máxima a 2600 rpm. Y el consumo específico de combustible mínimo entre 1400 rpm y 2000 rpm. (Guerrero, 2008, p.32-33)

#### **1.3.4.3 Estudio de factibilidad.**

El estudio de factibilidad se conoce también como anteproyecto definitivo o estudio de viabilidad, en esta se define la alternativa óptima del proyecto, para ello se requiere de investigaciones, estudios de campos y gabinete mucho más extensos y detallados que los de la etapa anterior; y aunque comprende los mismos elementos que trata el estudio de pre-factibilidad, pone mayor énfasis en los elementos críticos relacionados con la fabricación del producto, junto con otros enfoques posibles de tal producción. En esta etapa se decide ejecutar o no el proyecto. A estas alturas de la formulación del proyecto, es necesario recordar la prevalencia del principio de “eficiencia económica”, es decir, la obtención de resultados utilizando los recursos humanos y financieros estrictamente necesarios. (Collazos, 2009, p.58).

### **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

De acuerdo a lo descrito anteriormente en la realidad problemática nos permite plantear siguiente pregunta de investigación:

**¿Qué tan factible será técnica y económicamente la implementación de un dinamómetro de motores diésel en la Empresa Ferreyros S.A. de la ciudad de Cajamarca, 2016?**

### **1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

**Teórica.**

En la actualidad el uso de la maquinaria pesada pasa por varios factores como fiabilidad, disponibilidad, rendimiento y productividad que conlleva a obtener ganancia en las empresas del rubro minera; para esto se propone un estudio que determina la factibilidad para la implementación de un

dinamómetro de motores diésel para ayudar en el proceso productivo de la empresa y también les permita alargar la vida útil de los equipos y el uso correcto de los recursos utilizados en el mantenimiento.

### **Práctica.**

La iniciativa para la elaboración de este Proyecto es que en la Región Cajamarca no se cuenta con un laboratorio, equipo o taller con la suficiente tecnología que sea capaz de realizar pruebas en condiciones reales de manejo para este tipo de máquinas. Sabemos que en esta Región existe un gran número de propietarios de equipos diésel, tal es el caso que existe también otros concesionarios, ensambladores y talleres los cuales venden y prestan servicios a los propietarios de dichos vehículos, pero sea por venta, reparación y/o modificación de los mismos, no existe un sustento a nivel de ingeniería que nos proporcione la seguridad que la adquisición del producto o el servicio de reparación es de calidad y cumple con las especificaciones dadas por el fabricante.

### **Tecnológica.**

La implementación de un dinamómetro en el área técnica trae consigo un incremento en la eficiencia y productividad del taller de servicios de reparaciones en la Empresa Ferreyros S.A. Los problemas o defectos en las máquinas serán detectados antes de proceder al traslado e instalación del motor en su respectiva unidad. A nivel técnico se puede afirmar que las acciones correctivas correspondientes en una fase temprana la prueba del motor una vez más hasta tener una máquina estén libre de fallas, disminuirá el tiempo de permanencia de la unidad dentro del taller y las horas hombre asociadas a la reconstrucción de motores.

### **Social.**

La implementación de un dinamómetro para motores diésel, considera un impacto social positivo, ya que se educara a los operadores de maquinaria a hacer un uso eficiente de sus vehículos y la atención que estas merecen.

Dando una seguridad en que sus unidades trabajaran bajo los estándares de calidad del fabricante.

### **Económica.**

Lo que se busca es realizar las pruebas de potencia y torque que beneficie tanto a la empresa Ferreyros S.A como también a sus clientes ofreciendo una garantía del trabajo realizado al motor, buscando la satisfacción y la seguridad del óptimo rendimiento de los elementos en mención y en el caso de que en un futuro el motor falle por alguna razón, la empresa tenga el respaldo de sus pruebas certificadas y ahorre esfuerzos físicos y económicos en reparaciones no esperadas, lo cual implica el desplazamiento de su personal técnico hasta el sitio del problema.

### **Ambiental.**

El impacto ambiental de los Motores de Combustión interna está estrechamente relacionado con un problema social surgido por la utilización creciente del mismo: la reducción de los niveles de emisión de sustancias tóxicas y de los llamados "gases de invernadero", y la reducción de los niveles de ruido. Por lo que se buscara concientizar al propietario para que se tome las precauciones correspondientes y tratar de solucionar la deficiencia de la máquina, aportando así con el cuidado del Medio Ambiente.

## **1.6 HIPÓTESIS**

La hipótesis de corte descriptiva será:

**Con el análisis de factibilidad para la implementación de un dinamómetro para motores diésel en la Empresa Ferreyros S.A de la ciudad de Cajamarca, 2016, nos permitirá saber si este es factible técnicamente y económicamente.**

## **1.7 OBJETIVOS.**

### **General.**

**Realizar el análisis de factibilidad para la implementación de un dinamómetro de motores diésel, en la Empresa Ferreyros S.A de la ciudad de Cajamarca, 2016.**

### **Específicos.**

- Diagnosticar la situación actual del taller de la Empresa Ferreyros S.A en cuanto al proceso de reparación y reconstrucción de motores.
- Evaluar la factibilidad técnica para la implementación de un dinamómetro para motores diésel, en el proceso de reparaciones y reconstrucción de motores.
- Seleccionar el dinamómetro apropiado para el taller de servicio de reparación de motores diésel para cubrir la demanda determinada.
- Calcular la factibilidad económica para la implementación de un dinamómetro para motores diésel en la Empresa Ferreyros S.A.

## II. METODO.

### 2.1 Diseño de investigación

Este trabajo de investigación es de tipo Aplicado, porque se aplica conocimientos en su realización, así como también es una investigación de tipo descriptivo ya que se describirán distintos elementos de la situación del problema, orientándose al conocimiento de la realidad tal como se presenta en una situación espacio – temporal dada; ya que se determinará la factibilidad técnica y económica de la implementación de un dinamómetro para motores diésel en la Empresa Ferreyros S.A –Cajamarca

En cuanto al diseño de investigación es no experimental, puesto que no se manipularán las variables en estudio, pero sí se observarán los elementos ya existentes en la problemática.

En el presente estudio de factibilidad, será el descriptivo simple teniendo en cuenta la descripción de si es factible la implementación de un dinamómetro para motores diésel en la Empresa Ferreyros S.A – Cajamarca.

Siendo el esquema el de una sola casilla:

$$M \leftarrow O$$

Donde “M” es la muestra y O es la medición de las características de esta dadas por la cantidad de motores reparados, los costos de producción, la producción final y la rentabilidad.

### 2.2 Variables, OPERACIONALIZACIÓN.

#### 2.2.1 VARIABLES

**Variable independiente:**

Estudio de factibilidad.

**Variable dependiente:**

Implementación de un dinamómetro para motores diésel



## 2.2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
<p><b>Independiente:</b></p> <p>Estudio de factibilidad</p>	<p>El estudio de factibilidad es una combinación de elementos técnicos y económicos donde aparecen como aspectos fundamentales la implementación de nuevas técnicas para evitar el deterioro del medio ambiente así mismo analizando la inversión desde el punto de vista de criterios cualitativos y cuantitativos, entre otros elementos (Neuner, 2001, p 12).</p>	<p>El análisis de factibilidad técnica y económica operativamente incluye análisis de costos y beneficios asociados con la puesta en marcha de la rectificadora de motores</p>	<p>Cantidad de reparación y servicio de pruebas de ensayo motores diésel</p> <p>VAN</p> <p>TIR</p> <p>Beneficio/Costo</p>	<p>Índice de producción diaria</p> <p>Positivo</p> <p>&gt;10%</p> <p>&gt;1</p> <p>RAZÓN</p>
<p><b>Dependiente:</b></p> <p>Implementación de un dinamómetro para motores diésel.</p>	<p>"Un dinamómetro es una herramienta mecánica que aplica carga sobre un motor al proporcionarle un torque opuesto a su giro, simulando el escenario de la vida real para que el motor entregue la potencia necesaria para impulsar un vehículo" (Chávez, 2007, p 13).</p>	<p>El principio fundamental de un dinamómetro se basa en su capacidad para cargar el giro del eje de potencia de un motor.</p>	<p>Índice Económico</p> <p>Índice Técnico</p> <p>Especificaciones</p> <p>Rendimientos</p>	<p>RAZÓN</p>

## 2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

### Población:

La población, está constituida por la totalidad de equipos reparados por la Empresa Ferreyros S.A. de la ciudad de Cajamarca que a lo largo de 4 años siendo su distribución en reparación:

AÑO	REPARACION DE MOTOR A LAS 12 MIL HORAS	REPARACION DE MOTORES POR FALLA DE GARANTIA	TOTAL MOTORES REPARADOS
2012	19	12	31
2013	52	17	69
2014	113	15	128
2015	108	11	119

Teniendo un total de 347 equipos diésel reparados en el histórico presentado.

### Muestra:

La muestra es probabilística de tipo estratificado porque los estratos son los diferentes años donde se ha implementado el taller de servicios de reparación teniendo en cuenta que todos los equipos tienen la misma posibilidad de formar parte de la muestra.

## 2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.

### 2.4.1. Técnicas de Recolección de Datos:

Las técnicas e instrumentos de recolección que se utilizarán en esta investigación son:

**a. Revisión Documental:** Esta técnica nos ayudará a obtener información relacionada con el tema de la investigación, todo esto gracias a libros, tesis de licenciatura, tesis de maestría, publicaciones en el internet.

**b. Encuesta:** Se realizará al personal técnico y supervisor de la empresa para conocer las necesidades para mejorar la calidad del servicio de reparación de motores diésel.

**c. Historial de reparaciones:** Con esta técnica podemos obtener información del historial de reparaciones de los motores diésel que nos permitirá evaluar las cantidades de reparaciones de motores efectuadas mensualmente que servirán para la producción de servicios de pruebas potencia y torque a los motores diésel en la empresa Ferreyros S.A.

#### **2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos:**

**a. Hoja de encuesta:**

Se realizará al personal técnico de la empresa para conocer las necesidades para mejorar la calidad del servicio de reparación de motores diésel.

**b. Guía de análisis de documentos**

Se revisará información estadística de reparación de motores diésel y se utilizará el software Microsoft Excel para el análisis estadístico de los datos.

#### **2.4.3. Validez y Confiabilidad**

**Validez:** La validación del siguiente proyecto de investigación se haría mediante la propuesta de implementación de un dinamómetro para mejorar la calidad del servicio de reparación de motores diésel en la Empresa Ferreyros -Cajamarca, teniendo en cuenta que para el presente trabajo de investigación la información obtenida es del tipo primario y secundario basándonos en datos obtenidos directamente de campo y datos obtenidos por terceros.

**Confiabilidad:** La presente investigación científica empleara instrumentos para la investigación ya validados por autores que han realizado estudios relacionados al tema por lo consiguiente se está citando a los autores añadiendo año de publicación y numero de página de la cual se obtiene la información presentada.

## **2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.**

Para la presente investigación se hará un análisis descriptivo de los servicios de reparación de motores diésel en el taller de la Empresa Ferreyros S.A, luego se procederá a establecer la capacidad del dinamómetro para atender la demanda de pruebas de ensayo de motores en la ciudad de Cajamarca; siendo procesados estos datos utilizando el Excel de tipo descriptivos, lo cual facilitará el análisis de demanda (mercado) que permitirá evaluar finalmente la factibilidad técnico económico del estudio.

## **2.6 ASPECTOS ÉTICOS.**

**Confidencialidad:** Todos los datos conseguidos de la Empresa Ferreyros S.A, serán tratados en absoluta confidencialidad y usados expresamente para éste trabajo.

**Derechos de autor:** Se respetará los Derechos de Autor, de acuerdo al Decreto Legislativo N. 822 – 1996, Ley sobre el derecho de Autor, siguiendo las autorizaciones y permisos correspondientes para tomar el material que sea usado para la presente investigación.

**Citaciones:** Todo tipo de material referencial para ésta investigación será citada, siguiendo los estándares ISO 690 y 690-2 y APA 6ta Edición, respectivamente.

**Respeto:** Cuando se haga la visita de campo a las instalaciones del Empresa Ferreyros S.A, se respetará las políticas y reglamentos establecidos por la compañía, para los visitantes.

**Dignidad y cordialidad:** En los casos de entrevistas personales a personal de planta, de supervisión y gerencias, se realizará con total respeto a la dignidad de las personas, sin vulnerar sus derechos y principios como persona.

### III RESULTADOS.

#### 3.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL TALLER DE LA EMPRESA FERREYROS S.A.

Ferreyros S.A , es una empresa dedicada al venta y soporte de maquinaria pesada, dando servicio de mantenimiento y reparación en los equipos diésel, enfocado principalmente en los equipos de gran minería, construcción y energía, logrado reducir los tiempos de permanencia y espera en los servicios prestados, una empresa de calidad y puntualidad, brindando al cliente la confianza y seguridad de poder contar con un centro de mantenimiento y reparación de equipos y maquinaria pesada.(ver anexo 01)

CUADRO 01

AÑO	REPARACION DE MOTOR A LAS 12 MIL HORAS	REPARACION DE MOTORES POR FALLA DE GARANTIA	REPARACION DE MOTORES POR REHACER	TOTAL MOTORES REPARADOS
2012	10	12	9	31
2013	27	17	25	69
2014	70	15	43	128
2015	70	11	38	119
<b>TOTAL</b>	<b>153</b>	<b>55</b>	<b>142</b>	<b>347</b>

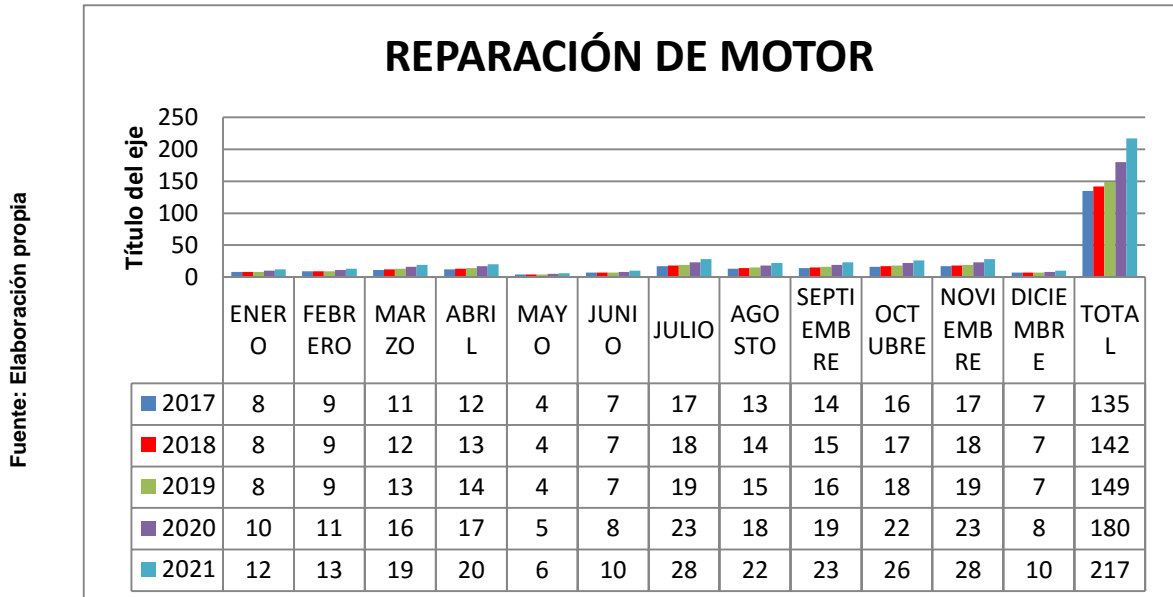
#### REPARACIONES DE MOTORES DIESEL PERIODO 2012-2015

En este cuadro Nº 01 se puede apreciar que se han reparado la cantidad 347 motores diésel durante los años 2012 al 2015, de los cuales 153 han sido reparados por el servicio de 12000 horas, recomendado por el fabricante Caterpillar y también se tiene que en este tiempo se han reparado 55 motores por periodo de garantía.

Sin embargo, se tiene un índice de 142 motores por rehacer (calibraciones defectuosas, pérdida de potencia, fuga de aceite, etc.) incrementando el costo de mano de obra y repuestos, finalmente el presupuesto.

### 3.2 FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN DINAMÓMETRO PARA MOTORES DIESEL, EN EL PROCESO DE REPARACIONES Y RECONSTRUCCIÓN DE MOTORES.

CUADRO 02



PROYECCION DE LA DEMANDA DE REPARACIONES DE MOTORES DIESEL DE 400 HP PERIODO 2017-2021

En el cuadro N° 05 se ha proyectado la demanda de las reparaciones a efectuar en el taller de servicios Ferreyros-Cajamarca, para lo cual se ha considerado un incremento de 5% para los tres primeros años y un 10% para los dos últimos años con un horizonte proyectado de 05 años, (ver anexo 05)

Se puede afirmar que existe una demanda de reparación de motores diésel en Cajamarca en los próximos años, sin embargo también existe la necesidad de efectuar pruebas de calidad que garanticen que el servicio de reparación se haya efectuado de manera adecuada, conforme a los parámetros establecido por los fabricantes. Ver anexo 10, se determinó que se necesita implementar 01 dinamómetro para el taller, toda vez que el máximo número de reparación por atender es de 28 motores diésel.

Finalmente, la implementación del dinamómetro para prueba de motores en el taller de la Empresa Ferreyros S.A técnicamente es factible su aplicación en el área de reparación de motores diésel.

### 3.3 SELECCIONAR EL DINAMÓMETRO APROPIADO PARA EL TALLER DE SERVICIO DE REPARACIÓN.

Cuadro N° 03

Fuente: Elaboración propia

MAQUINA	MARCA	Modelo de Motor	POTENCIA KW / (HP)	RPM	CILINDRADA L/min
Rodillos	CAT	3054c	84 / (112)	1800	4.4 L
Excavadora	CAT	C6.6 ACERT	98 / (131)	1800	6.6 L
Motoniveladora	CAT	C7 ACERT	170 / (228)	1800	7.1 L
Tractor	CAT	C9 ACERT	200 / (268)	1800	8.8 L
Excavadora	CAT	C9.3 ACERT	226 / (303)	1800	9.3 L
Cargador	CAT	C11 ACERT	195 / (262)	1800	11.1 L
Excavadora	CAT	C13 ACERT	289 / (387)	1800	12.5 L
Tractor	CAT	3406 C	226 / (303)	2100	14.6 L
Tractor	CAT	C5 ACERT	233 / (312)	1900	15.2 L

RANGO DE POTENCIA DE LOS MOTORES REPARADOS

La selección del dinamómetro comienza determinando la potencia máxima suministrada por los motores que se reparan y las revoluciones a que estos operan, como factores determinantes para encontrar el dinamómetro que sea capaz de soportar tales características de operación. De acuerdo al cuadro N° 04 se aprecia que la potencia máxima del motor reparado es de 312 HP y con un rango de velocidad hasta 2100 rpm, datos que se considera importantes para la selección del dinamómetro, (ver anexo 13)

Para nuestro caso necesitamos medir la capacidad de absorción a cargas muy pesadas y altas velocidades, por lo que técnicamente solo podemos emplear dinamómetros hidráulicos o de freno de agua. (Ver anexo 12 esquemas de instalación de dinamómetro). En el cuadro N° 05 se muestran los dinamómetros hidráulicos de Marca Power Test

Cuadro N° 05

Fuente: Elaboración Power Test

Modelo de Dinamómetro-Marca Power Test.	Potencia del Motor	Esfuerzo de torsión	Velocidad hasta
35 X 01	350 HP	1.250 pies/libras	4,000 RPM
	(261 kW)	(1695 Nm)	
35 X 02	700 HP	2.500 pies/libras	4,000 RPM
	(522 kW)	(3390 Nm)	
35 X 03	1.050 HP	3.750 pies libras	4,000 RPM

	(783 kW)	(5084 Nm)	
35 X 04	1.400 HP	5.000 pies/libras	4,000 RPM
	(1044 kW)	(6780 Nm)	
35 X 05	1.750 HP	6.225 pies/libras	4,000 RPM
	(1305 kW)	(8440 Nm)	
35 X 06	2.100 HP	7.500 pies/libras	4,000 RPM
	(1566 kW)	(10170 Nm)	

**Cuadro N° 05.- Modelos de Dinamómetros hidráulicos, según Potencia, Torque y rpm**

Del Cuadro de N° 05 se selecciona el **Dinamómetro Modelo 35X01** para reparar motores hasta una potencia máxima de **350HP** y velocidades hasta 4000rpm. Dinamómetro que está diseñado para probar la mayoría de motores diésel fuera de carretera reparados por la Empresa Ferreyros S.A

La Principal razón, es su disponibilidad, además es fácil montaje y práctico; no requiere de instalaciones sofisticadas y su mantenimiento es mínimo. Asimismo, la construcción de accesorios en el taller, es sencilla. (Ver anexo N° 14 de especificaciones técnicas y componentes).

### **3.4 FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN DINAMÓMETRO PARA MOTORES DIÉSEL EN LA EMPRESA FERREYROS S.A.**

#### **COSTOS DE INVERSION DE LA INSTALACION DEL DINAMOMETRO**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>INVERSION (S/.)</b>
1	Dinamómetro Hidráulico y sus componentes mecánicos	74400
2	Electrónica de control de freno y acelerador	1860
3	Software informático	3720
4	Material Eléctrico	3100
5	Módulos de adquisición	1860
6	ordenador y periféricos	5270
7	Mesa y Silla para sala de control	1550
8	Sondas de temperatura , presión humedad relativa	2325
9	Aire acondicionado	2480
10	Bancad para el freno y el motor	3410
11	silent blocks	2604
12	Polipasto y estructura	3720
13	sistema de detección de incendios	2170
14	Instalación eléctrica	4650
15	instalación hidráulica	3410
16	depósito de agua motor	1860
17	depósito de combustible	2480
18	Torre de refrigeración	3875

Fuente: Elaboración Propia



19	sistema de ventilación de la sala de pruebas	2015
20	silenciador para los gases de escape	1550
21	transporte	1550
22	Puesta en marcha y capacitación	1550
<b>TOTAL</b>		<b>S/. 131,409.00</b>

Cuadro N° 06.- Costos de inversión para la implementación del Dinamómetros hidráulicos

En el cuadro N° 06 se aprecia los costos de inversión para realizar la implementación de la instalación del dinamómetro en el taller de servicio Ferreyros – Cajamarca, es de S/.131409.00 (ciento treinta un mil cuatrocientos nueve y 00/100 soles), (ver anexo 15).

Cuadro N° 07.-

DATOS PARA EL ANALISIS ECONOMICO						
COSTO DE VENTA DE LA EVALUACIÓN CON DINAMOMETRO (S/.)	1260					
COSTO DE PRODUCCIÓN DEL SERVICIO DE DINAMOMETRO(S/.)	980					
TASA DE DESCUENTO	11%					
ANALISIS INCREMENTAL EN SOLES (S/.)						
RUBRO/PERIODO	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
PROYECCIÓN DE N° MOTORES REPARADOS (ANEXO 07)		135.00	142.00	149.00	180.00	217.00
<b>INGRESOS</b>	<b>0.00</b>	<b>170100.00</b>	<b>178920.00</b>	<b>187740.00</b>	<b>226800.00</b>	<b>286560.90</b>
INGRESOS POR VENTAS (SERVICIO DINAMOMETRO)		170100.00	178920.00	187740.00	226800.00	273420.00
VALOR DE RESCATE						13140.90
<b>EGRESOS</b>	<b>131409.00</b>	<b>132300.00</b>	<b>139160.00</b>	<b>146020.00</b>	<b>176400.00</b>	<b>212660.00</b>
COSTO DE PRODUCCION( SERVICIO DE DINAMOMETRO)		132300.00	139160.00	146020.00	176400.00	212660.00
INVERSION (EQUIPOS, INSTALACION Y PRUEBAS)	131409.00					
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>-131409.00</b>	<b>37800.00</b>	<b>39760.00</b>	<b>41720.00</b>	<b>50400.00</b>	<b>73900.90</b>

Fuente: Elaboración Propia

### Flujo de Caja Incremental

El cuadro N° 07 ha sido elaborado teniendo en cuenta la proyección de reparaciones de motores para los años 2017-2021, considerando un costo de venta del servicio de dinamómetro de S/1260.00 y una tasa de descuento del 11%.

Cuadro N° 08.

SUMATORIA DE FLUJOS ANUALES	S/. 173,886.09
INVERSION	S/. 131,409.00
VALOR ACTUAL NETO - VAN	S/. 42,477.09
TASA INTERNO DE RETORNO - TIR	22%
RELACION BENEFICIO-COSTO (B/C) Prod. Inv	1.32

Fuente: Elaboración Propia

### CÁLCULO DE INDICADORES ECONÓMICOS

De la evaluación económica en cuadro N° 08, se tiene como resultado un VAN positivo de S/. 42,477.09, una TIR de 22% (mayor de 11%) y una relación beneficio costo de 1.32, lo cual muestra la viabilidad de la inversión.

#### IV. DISCUSIÓN.

En la actualidad el taller de servicios de la Empresa Ferreyros S.A, Cajamarca no tiene un proceso de control de calidad al final de sus reparaciones en los motores, corriéndose el riesgo de ocurrencia de fallas, con la consecuencia de que ante una falla en el motor, el servicio se efectuó de nuevo y se incrementen los costos. En este caso particular la reparación de motores es una práctica habitual en la Ciudad de Cajamarca, donde se aprecia que es un proceso sencillo y estandarizado, que se ejecuta en la mayoría de talleres, en algunos casos los motores quedan defectuosos requiriéndose una nueva reparación o una acción correctiva inmediata por parte de los técnicos a fin de evitar daños mayores, algunos de estos defectos pueden permanecer ocultos y manifestarse una vez que la maquina se encuentra en servicio y al poco tiempo de su montaje traen consigo desagradables consecuencias.

Debo mencionar que los motores nuevos antes de su salida al mercado, son sometidos a una larga serie de mediciones alternadas con rigurosas pruebas de durabilidad y carga, que se repiten hasta una precisa puesta a punto, donde se alcanzan los resultados previstos. Las pruebas principales son las que sirven para obtener los valores relativos al par del motor, la presión media efectiva, la potencia desarrollada, el consumo específico de combustible, los diferentes rendimientos y la composición de los componentes de los gases de escape, entre otros parámetros relevantes.

Por lo que puedo afirmar que el dinamómetro un aparato que debería ser usado por técnicos para medir la potencia y el par entregado por un motor diésel, por ser de vital importancia para medir las diversas reparaciones de motor sin tener que salir a probar en carretera o en un circuito, que conllevaría al aumento de costos y elimina también el error que nos pueda brindar el operador a la hora de evaluar el estado del motor.

Entonces la importancia de la incorporación de un dinamómetro en el taller de servicios de la empresa Ferreyros S.A radica en incrementar la confiabilidad

de los motores reparados en el área técnica y una vez instalados en las maquinarias se evitará la necesidad de hacer planes de recorrido especial debido a que los motores pasaron por un control de calidad.

En un programa de mantenimiento los diagnósticos de los motores de combustión interna, el cálculo de la potencia y el torque de un motor es de gran importancia para comparar estos resultados con los valores del fabricante de la maquinaria y/o equipo, teniendo en cuenta que uno de los problemas actuales en los motores es aumentar la productividad en la operación (consumo de combustible) y al mismo el tiempo que controlan las emisiones.

Se han estudiado distintas alternativas existentes en el mercado nacional e internacional, analizando y evaluando cada una de ellas y haciendo comparaciones entre sí, para dar con la mejor alternativa, pues en la actualidad existen numerosos dinamómetros, cada uno de los cuales está basado en la captación de datos y también de la información recopilada y diversas fuentes existen trabajos de investigación que están relacionados al diseño de banco de pruebas de motores que persiguen un mismo objetivo el de mejorar la calidad de los trabajos de reparación de motores en los talleres de servicio.

Como mencione al inicio los dinamómetros pueden aportar ampliamente en el desarrollo de diferentes campos como el del mantenimiento, así como al cuidado del ecosistema. En nuestro caso, los resultados presentados giran alrededor de motores de combustión interna con combustible diésel, con potencia hasta los 350 HP y 4000 rpm. Motores que han sido diseñado para funcionar en maquinaria de minería y movimiento de tierra, por lo que el uso de estos tipo de motores robustos debido a que sus características permiten ilustrar claramente como un dinamómetro permitirá ayudar a mejorar el desempeño de un motor. Haciendo notar también que estos motores poseen parámetros variables que afectarían el desempeño como lo son la relación de compresión y el tiempo de admisión y escape de gases.

En ese sentido el banco de pruebas seleccionado cumplirá los procedimientos y los estándares del fabricante, con el objetivo de dar confiabilidad al clientes y usuarios de los motores de combustión interna; donde la inversión para el proceso de la implementación se recuperaría en un plazo corto, toda vez que con un banco de pruebas se mejora la calidad evitándose tareas por reclamos del clientes y usuarios por un rehacer. De otro lado va a permitir realizar observaciones y ajustes que con el motor instalado en la maquina requerirían de un mayor esfuerzo y tiempo por parte del técnico, de esta forma el are técnica estaría en capacidad de garantizar el trabajo perpetrado.

Así mismo la instalación y la operatividad del banco se realizará en un área que dispone la Empresa Ferreyros S. A. y estará acorde con las regulaciones del Ministerio de ambiente especialmente con emisiones de gases tóxicos y minimizar los decibeles de ruidos.

## V. CONCLUSIONES

1. El Taller de la Empresa Ferreyros S.A-Cajamarca, no cuenta con el servicio de prueba de motores, por lo que existe la necesidad de contar con un Dinamómetro que permita constatar el buen funcionamiento de los motores asegurando su proyectada vida útil, así mismo verificar la bondad de las reparaciones efectuadas.

2. La implementación del dinamómetro para prueba de motores en el taller de la Empresa Ferreyros S.A es factible su aplicación en el área de reparación de motores diésel, donde será necesario para minimizar los costos de mantenimiento y optimizar el rendimiento de la maquinaria y equipos, pues se tiene proyectado reparar al año 217 motores, siendo la tendencia a incrementarse en el futuro.

3. Técnicamente sólo podemos emplear frenos hidráulicos o eléctricos para nuestro caso, siendo el Dinamómetro Marca Power Test, modelo 35X01 para reparar motores hasta una potencia 350 HP y velocidades hasta 4000rpm. Dinamómetro que está diseñado para probar la mayoría de motores diésel fuera de carretera reparados por la Empresa Ferreyros S.A., además es fácil montaje y práctico; no requiere de instalaciones sofisticadas y su mantenimiento es mínimo.

4. El monto de la inversión para implementar la instalación del dinamómetro de prueba de motores diésel en la empresa Ferreyros es de S/.131409.00 (ciento treinta un mil cuatrocientos nueve y 00/100 soles), siendo el presente proyecto viable económicamente, tal como lo demuestran los indicadores económicos VAN y TIR (VAN = S/. 42,477.09, TIR = 22% y la relación B/C = 1.32) todos estos analizados sobre la base incremental.

## **VI. RECOMENDACIONES.**

Recomendar a la Alta Dirección de la Empresa Ferreyros S.A, para que se ejecute el presente proyecto ya que del cálculo de los indicadores económicos se muestra viable y se tendrá la oportunidad de atender a más clientes que requieran el servicio de dinamómetro.

El dinamómetro posibilita una evaluación y calificación continua del personal que efectúa las reparaciones, presionándolo a superarse evitando descuidos y negligencias, por lo que la Empresa Ferreyros S.A, debe implementar esta propuesta del banco de pruebas de motores diésel para su taller de mecánica en la sede Cajamarca.

El banco de pruebas de dinamómetro generando satisfacción al cliente mediante las pruebas eficientes realizadas al motor, siendo la mejor opción de manera que podamos fortalecer la vida útil del motor, finalmente incrementar la producción del equipo y beneficiar de manera económica al cliente.

## VII. REFERENCIAS.

- ÁLVAREZ, Elton y BERECHÉ, Juan. Diseño de un Banco de Pruebas de Potencia para Motocicletas de 50cc hasta 450 cc, Provincia de Chiclayo. Universidad Señor de Sipán ,2011.156pp.
- ACIAN, Vicente, PEIDRO, Jorge, TORMOS, Bernardo y OLMEDA, Pablo. Mantenimiento de Motores diesel. Editorial Alfaomega. España, 2005.161pp.  
ISBN: 84-9705-131-9
- ALVAREZ, Jesús y CALLEJON, Ismael. Maquinas Térmicas Motoras. Editorial Alfaomega. México, 2005.533pp. ISBN: 84-8301-644-3.
- ARBAIZA, Lydia. Como Elaborar una Tesis de Grado. Esan Ediciones. Perú, 2014.328pp. ISBN: 978-612-4110-34-4.
- CASANOVA, Rubén y BARRERA, Oscar. Logística y Comunicación en un taller de vehículos. Segunda edición. Editorial Paraninfo. España, 2011.367pp. ISBN: 978-84-9732-845-6.
- CHÁVEZ, Nelson. Diseño y automatización de un dinamómetro hidráulico para motores de combustión interna con una potencia menor a 50 HP. Universidad San francisco de Quito, 2007. 73pp.
- CEAC. Manual del Automóvil. Grupo Editorial Ceac. España, 2003.959pp.  
ISBN: 84-329-1539-4.
- COVEÑAS, José. Diseño de un Dinamómetro Vehicular portátil para determinar la potencia de automóviles rally de tracción simple. Universidad Católica del Perú, 2014.108pp.
- FERRER, Julián y DOMINGUEZ, Esteban. Técnicas de mecanizado para el mantenimiento de vehículos. Séptima edición. Editorial Editex S.A.España, 2008.311pp. ISBN: 978-84-9771-201-9
- GARCÍA, Santiago. Organización y Gestión Integral del Mantenimiento. Ediciones Díaz de Santos S.A. España, 2003.321pp.  
ISBN: 84-7978-548-9.
- GONZALES, Alejandro y TEJEDA, Miguel. Diseño de un banco de pruebas para motores de automóvil. Universidad Simón Bolívar, 2006.154pp.

- JOVAJ, M. Motores de Automóvil. Editorial MIR de Moscú, Rusia, 1982.328pp.
- JAYA, Edgar y MANCHENO, Pablo. Determinación de las Características de Funcionamiento y Rendimiento de un Motor Encendido por Compresión al Utilizar Mezclas de Biodiésel. Universidad Superior Politecnica de Chimborazo. Rio Bamba. Ecuador, 2009.192pp.
- LUQUE, Pablo, ALVAREZ, Daniel y VERA, Carlos. Ingeniería del Automóvil sistemas y comportamiento dinamico.Editorial Paraninfo. España, 2008.448pp.
- MONTES, María, MUÑOZ, Marta y ROVIRA, Antonio. Ingeniería Térmica. Editorial UNED. España, 2014. 524pp.
- MERCHAN, Carlos. Determinación de la potencia y el torque en motores de combustión interna mediante la aceleración libre. Universidad Industrial de Santander, 2004.139pp.
- MORALES, Diego y RIBADENEIRA, Andrés. Dimensionamiento de un banco para pruebas de motores a diésel. Escuela politécnica Nacional, 2007.169pp.
- OBERT, Edward. Motores de Combustión interna Análisis y Aplicaciones. Editorial Cecsca. México, 1999.380pp.
- PAYRI, F y DESANTES, M. Motores de Combustión Interna Alternativos. Editorial Reverte, Universidad Politécnica de Valencia España, 2011.1016pp.
- SEYMOR, Jesse. El laboratorio del Ingeniero Mecánico. Editorial Hispano Americana S.A., Buenos Aires, 1962.374pp.
- TORMOS, Bernardo. Diagnóstico de motores diesel mediante el análisis de aceite usado. Editorial Reverte. España, 2013.373pp.
- VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Segunda edición. Editorial san Marcos. Perú, 2015.495pp.

ISBN: 978-612-302-878-7



## ANEXO 01

### EMPRESA FERREYROS S.A. EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA

Ferreyros S.A es la empresa líder en la comercialización de bienes de capital en el país y en la provisión de servicios en este ámbito. Integrante de la corporación Ferreycorp, es distribuidora de Caterpillar desde 1942, así como de otras prestigiosas marcas.



#### ➤ **Misión**

Proveer las soluciones que cada cliente requiere, facilitándole los bienes de capital y servicios que necesita para crear valor en los mercados en los que actúa.

#### ➤ **Visión**

Fortalecer nuestro liderazgo siendo reconocidos por nuestros clientes como la mejor opción, de manera que podamos alcanzar las metas de crecimiento.

#### ➤ **Valores**

- Integridad.
- Equidad.
- Vocación de servicio.
- Excelencia e innovación.

- Respeto a la persona.
- Trabajo en equipo.
- Compromiso.

## CERTIFICACIONES

Ferreyros cuenta con certificaciones que le permiten demostrar su capacidad para brindar productos de calidad en el marco de la mejora continua de sus procesos.

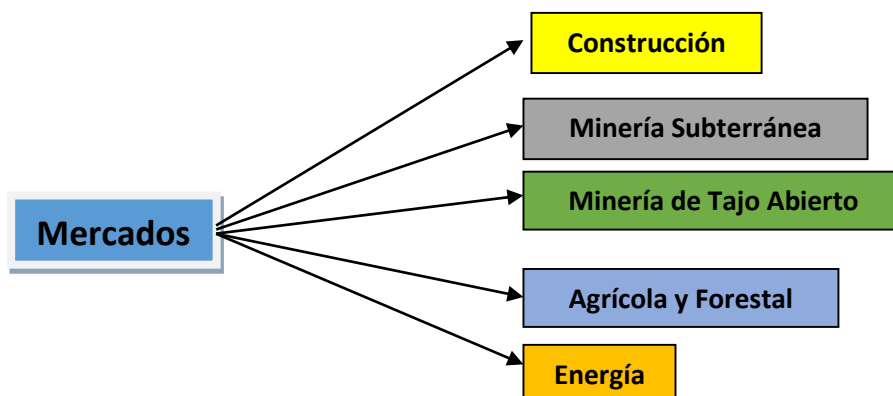
### Certificación ISO:

- ISO 9001: 2008 / Diversos procesos de la División de Soporte al Producto de Ferreyros – Lima

Área de alcance: Servicio de administración; servicio de calibración de longitud, presión y torque; análisis de fluidos; análisis de fallas; mantenimiento de máquinas, equipos y herramientas de uso interno; servicio de prueba de componentes en el Dinamómetro y en el Banco de Pruebas Hidráulico; así como el servicio de soporte de operaciones del Taller de Recuperaciones, de la División de Soporte al Producto de Ferreyros - Lima

- ISO 9001:2008 / Rentafér
- Área de alcance: Servicio de Alquiler y Venta de Maquinarias Seminuevas y Usadas Caterpillar y Equipos Aliados para Construcción y Minería de Rentafér, unidad de Ferreyros especializada en el alquiler de maquinaria y equipos seminuevos y usados Caterpillar.

## PRODUCTOS



## **TALLER DE SERVICIOS CAJAMARCA**

El taller se encuentra ubicado en el Km. 5.2 Carretera a Cajamarca, Baños del Inca, en el taller de mecánica se dedica a la reparación y mantenimiento preventivo de maquinaria pesada, tales como tractores, cargadores frontales, Motoniveladoras, excavadoras, etc. Realizando trabajos con técnicos especializados, con amplia experiencia para desarrollar los distintos trabajos encomendados con puntualidad y responsabilidad, este taller está equipado y dirigido de acuerdo a los procedimientos del fabricante y enfocados a la satisfacción completa del cliente.



El área de reparaciones de componentes mayores (CRC), está emitiendo la Certificación Caterpillar de Clase Mundial, y en diversas sucursales del país que cuentan con la certificación de 5 Estrellas en Control de Contaminación, que certifica el fabricante Caterpillar.

### **Taller de hidráulica**

Brinda servicios de mantenimiento y reparación de cilindros, bombas y motores hidráulicos de todas las marcas, haciendo uso de equipos y tecnología avanzada.

## Servicio de Campo

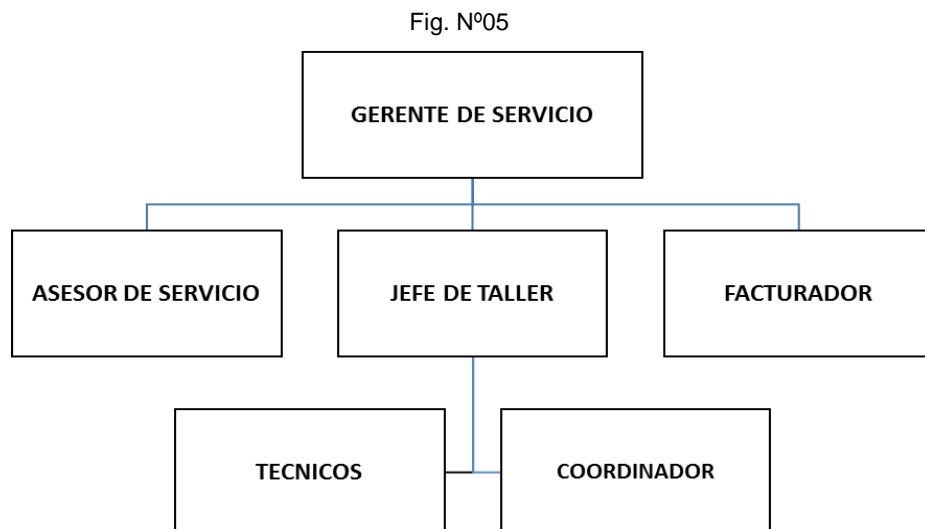
Ferreyros da el soporte necesario a todos sus clientes y principalmente en campo donde el equipo requiere monitoreo y diagnóstico para un óptimo y la eficiente en operatividad del equipo.

Con personal calificado para cualquier evento imprevisto y las herramientas específicas con tecnología del fabricante.

Dentro del servicio de campo, la empresa Ferreyros ofrece:

- Calibraciones de ten de balancines
- Análisis de fallas ('troubleshooting')
- Evaluaciones
- Evaluación (TA1)
- Evaluación (TA2)
- Mantenimientos preventivos, proactivo y correctivo.

El Taller de servicio Ferreyros S.A, Cajamarca tiene la estructura organizacional que se presenta en la figura N° 05:



Organigrama del Taller de servicios Ferreyros-Cajamarca

Fuente: Elaboración Propio.

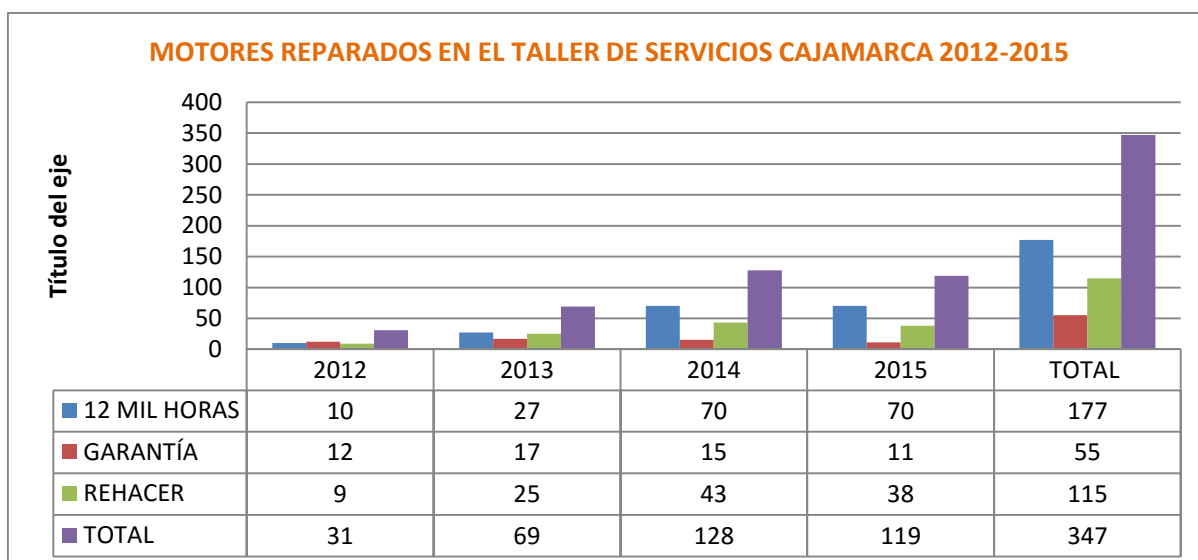
## ANEXO 02

### HISTORIAL DE REPARACIONES EFECTUADAS EN EL TALLER DE SERVICIO CAJAMARCA

#### REPARACIONES DE MOTORES DIESEL PERIODO 2012-2015

AÑO	REPARACION DE MOTOR A LAS 12 MIL HORAS	REPARACION DE MOTORES POR FALLA DE GARANTIA	REPARACION DE MOTORES POR REHACER	TOTAL MOTORES REPARADOS
2012	10	12	9	31
2013	27	17	25	69
2014	70	15	43	128
2015	70	11	38	119
<b>TOTAL</b>	<b><u>153</u></b>	<b><u>55</u></b>	<b><u>142</u></b>	<b><u>347</u></b>

Fuente: Ferreyros Sucursal - Cajamarca



Fuente: Ferreyros Sucursal - Cajamarca

### **ANEXO 03**

#### **REPARACIONES DE MOTORES DIESEL Del PERIODO 2012-2015**

<b>AÑO</b>	<b>REPARACION DE MOTOR A LAS 12 MIL HORAS</b>	<b>REPARACION DE MOTORES POR FALLA DE GARANTIA</b>	<b>REPARACION DE MOTORES POR REHACER</b>	<b>TOTAL MOTORES REPARADOS</b>
<b>2012</b>	32%	39%	29%	<b>100%</b>
<b>2013</b>	39%	25%	36%	<b>100%</b>
<b>2014</b>	54%	12%	34%	<b>100%</b>
<b>2015</b>	59%	9%	32%	<b>100%</b>

**Cuadro N° 02**

**Fuente: Ferreyros Sucursal - Cajamarca**

En el cuadro N° 02 se aprecia que para los años 2012 y 2013, se tiene un porcentaje de 29% y 36 % respectivamente, para los años 2014 y 2015, se tiene un 41% y 44% respectivamente, haciendo una comparación de estos dos periodos se indica que las reparaciones por falla, su tendencia es a disminuir, por lo que en los procesos de reparación se está haciendo con una adecuada supervisión en la mano de obra y repuesto, empleada en cada reparación, sin embargo se sigue teniendo rehacer en el servicio.

**% PROMEDIO ANUAL DE REPARACION DE MOTORES POR TIPO DE INGRESO AL TALLER DE SERVICIO - 2012-2015(04 AÑOS)**

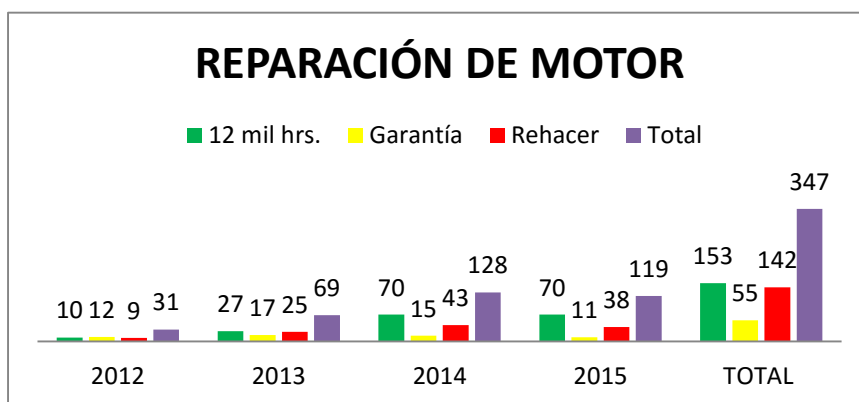
<b>PERIODO</b>	<b>REPARACION DE MOTOR A LAS 12 MIL HORAS</b>	<b>REPARACION DE MOTORES POR FALLA DE GARANTIA</b>	<b>REPARACION DE MOTORES POR REHACER</b>	<b>TOTAL ANUAL</b>
<b>2012-2015</b>				
<b>PROMEDIO ANUAL</b>	39	14	36	<b>89</b>
<b>% PROMEDIO ANUAL</b>	44%	16%	40%	<b>100%</b>

**Fuente: Ferreyros Sucursal - Cajamarca**

En este cuadro N° 03 se tiene que un promedio anual se han efectuado 39 motores diesel por servicio de 12000 horas, equivalentes a un 44% y 14

reparaciones promedio anual por periodo de garantía equivalente a un 16% finalmente un 40% por rehacer de servicio.

Fig. N° 08

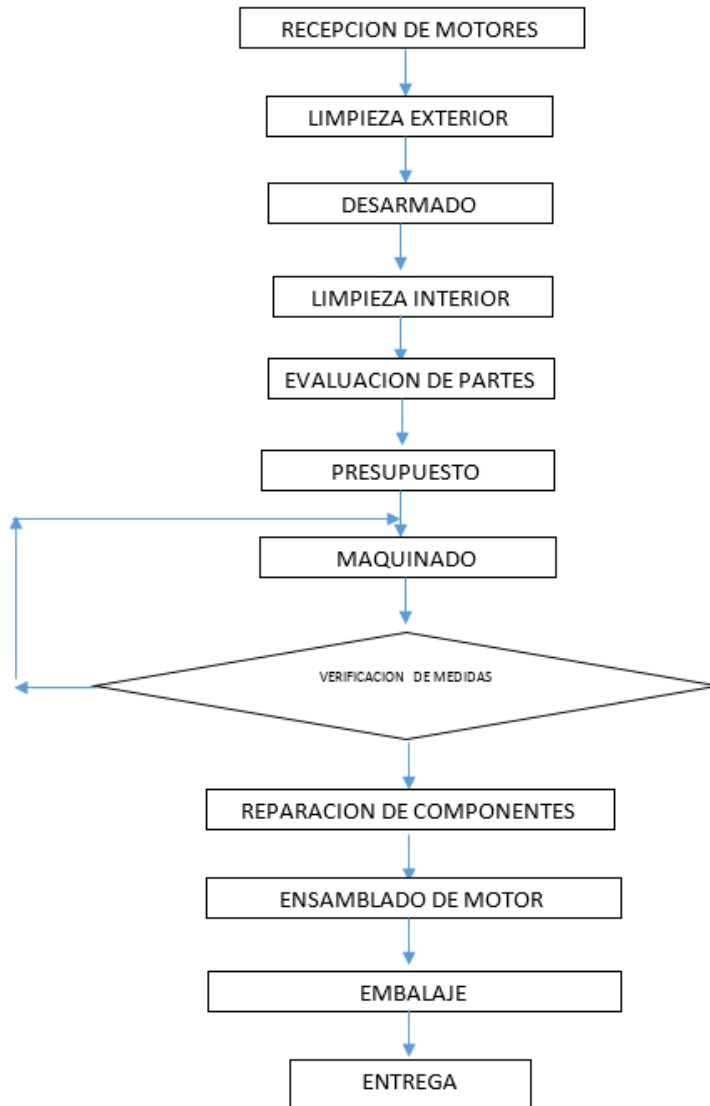


Gráfica: Reparaciones de motores en el taller de servicios Ferreyros Cajamarca 2012-2015.

Fuente: Ferreyros Sucursal – Cajamarca

**ANEXO 04**  
**DIAGRAMA DE FLUJO ACTUAL DE LAS OPERACIONES DE REPARACION DE**  
**MOTORES DIESEL EN EL TALLER CAJAMARCA**

Fig. N° 08



Gráfica: Diagrama de flujo de reparación de motores en el taller de servicio –Cajamarca.

Fuente: Ferreyros Sucursal – Cajamarca



Mediante esta grafica se describe las operaciones que se realizan actualmente en el proceso de reparaciones de motores combustión interna, tanto para las 12000 horas de servicio, como para las reparaciones por periodo de garantía.

Como se puede apreciar existen 12 operaciones importantes, existiendo un punto importante la verificación de medidas de las tolerancias de los procesos de maquinado, una vez verificados los datos se continua con el ensamblado del motor y de existir una diferencia de los parámetros se deberá regresar a los puntos ya sea de maquinado o de reparación de componentes para corregir el problema.

Una vez reparado los componentes, se procede al ensamblado de motor y al embalaje respectivo para su entrega, un aspecto importante es que no se está haciendo una verificación para determinar la confiabilidad de la reparación del motor, como son las pruebas de potencia, torque, etc., los mismos que deben ser comparados con los datos técnicos del fabricante.

#### **ANEXO 05**

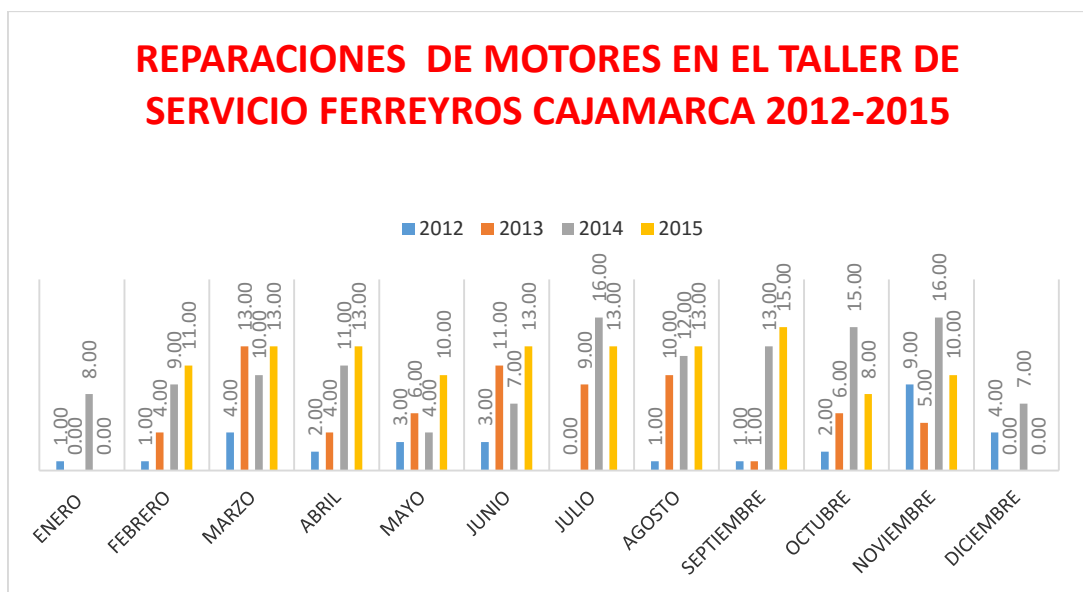
### **DESARROLLO DE LA EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL DINAMÓMETRO EN EL TALLER DE MECÁNICA DE LA EMPRESA FERREYROS S.A.**

#### **REPARACION DE MOTORES EN EL TALLER DE FERREYROS PERIODO 2012-2015 POR MESES**

<b>AÑO</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>ENERO</b>	1.00	0.00	8.00	0.00
<b>FEBRERO</b>	1.00	4.00	9.00	11.00
<b>MARZO</b>	4.00	13.00	10.00	13.00
<b>ABRIL</b>	2.00	4.00	11.00	13.00
<b>MAYO</b>	3.00	6.00	4.00	10.00
<b>JUNIO</b>	3.00	11.00	7.00	13.00

<b>JULIO</b>	0.00	9.00	16.00	13.00
<b>AGOSTO</b>	1.00	10.00	12.00	13.00
<b>SEPTIEMBRE</b>	1.00	1.00	13.00	15.00
<b>OCTUBRE</b>	2.00	6.00	15.00	8.00
<b>NOVIEMBRE</b>	9.00	5.00	16.00	10.00
<b>DICIEMBRE</b>	4.00	0.00	7.00	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>31.00</b>	<b>69.00</b>	<b>128.00</b>	<b>119.00</b>

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO 06

### PROYECCION DE LAS REPARACIONES DE MOTORES A EFCTUAR EN EL TALLER DE FERREYROS PERIODO 2017-2021

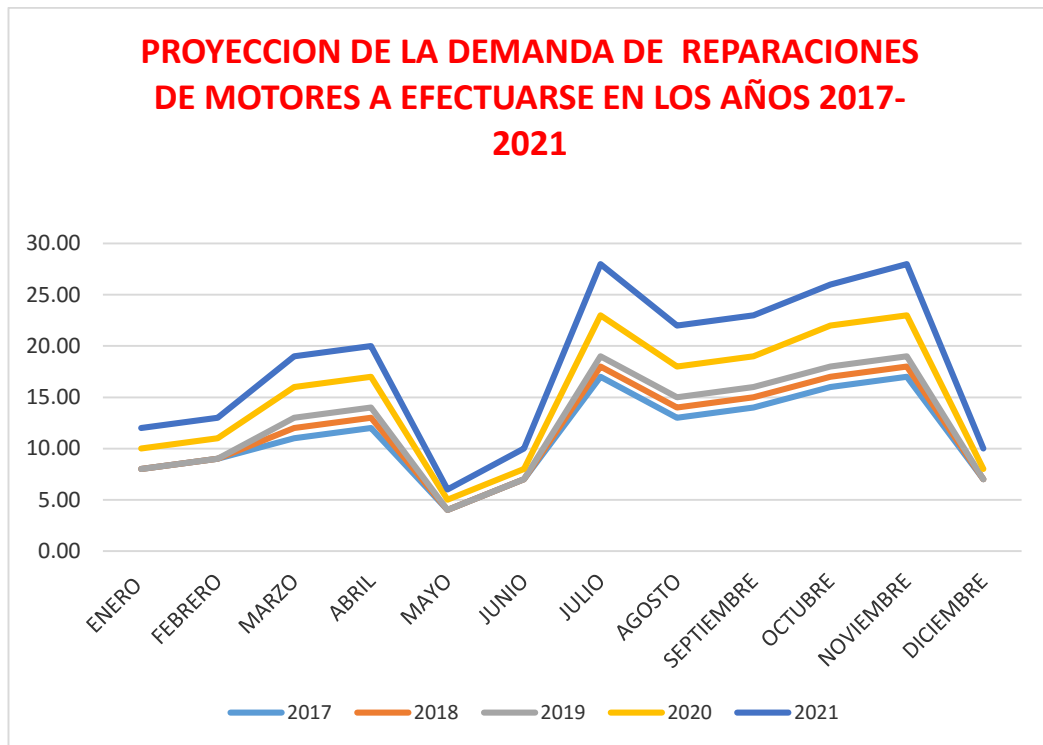
MESES	2017	2018	2019	2020	2021
ENERO	8.00	8.00	8.00	10.00	12.00
FEBRERO	9.00	9.00	9.00	11.00	13.00
MARZO	11.00	12.00	13.00	16.00	19.00
ABRIL	12.00	13.00	14.00	17.00	20.00
MAYO	4.00	4.00	4.00	5.00	6.00
JUNIO	7.00	7.00	7.00	8.00	10.00
JULIO	17.00	18.00	19.00	23.00	28.00
AGOSTO	13.00	14.00	15.00	18.00	22.00
SEPTIEMBRE	14.00	15.00	16.00	19.00	23.00
OCTUBRE	16.00	17.00	18.00	22.00	26.00
NOVIEMBRE	17.00	18.00	19.00	23.00	28.00
DICIEMBRE	7.00	7.00	7.00	8.00	10.00
<b>TOTAL</b>	<b>135.00</b>	<b>142.00</b>	<b>149.00</b>	<b>180.00</b>	<b>217.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

En este cuadro, se ha proyectado la demanda de las reparaciones a efectuar en el taller de servicios Ferreyros-Cajamarca, para lo cual se ha considerado un incremento de 5% para los tres primeros años y un 10% para los dos últimos años de un horizonte proyectado de 05 años.

## ANEXO 07

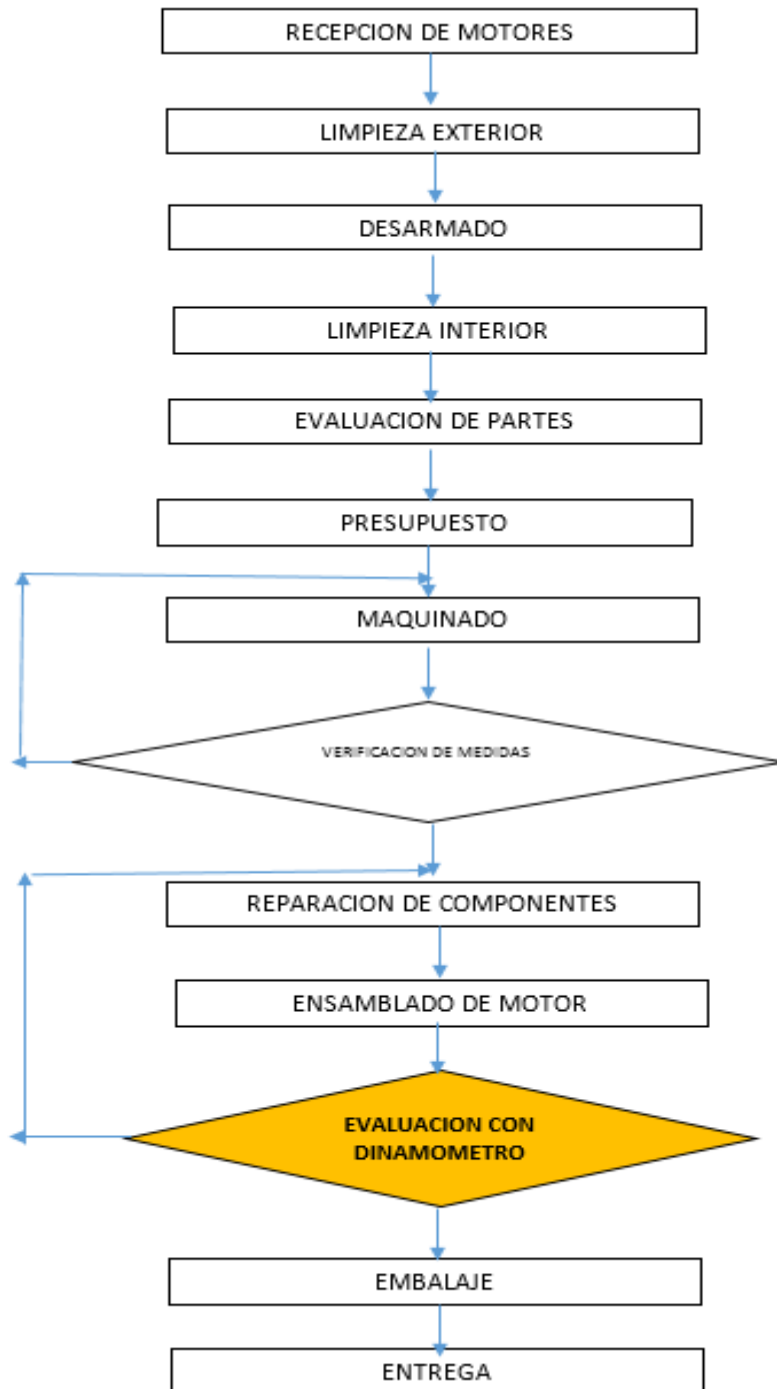
### GRAFICA DE LA PROYECCION DE REPARACIONES DE MOTORES A EFECTUAR EN EL TALLER DE FERREYROS PARA EL PERIODO 2017-2021



Fuente: Elaboración Propia

Del análisis del histórico de reparaciones efectuadas en los años 2012-2015, el servicio efectuado de reparaciones se ha incrementado, es decir existe una demanda por este servicio de reparación de motor, el mismo que se requiere sea con un servicio de calidad y de diagnóstico efectuado al proceso de reparación de motor, se aprecia que no se está efectuando este control mediante un banco de prueba de motores de combustión interna.

**ANEXO 08**  
**DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO CON DINAMOMETRO PARA LAS**  
**OPERACIONES DE REPARACION DE MOTORES DIESEL EN EL TALLER**  
**CAJAMARCA**



Fuente: Elaboración Propia

En el diagrama de flujo propuesto para la reparación de motores de combustión interna en el taller de servicios Ferreyros Cajamarca, se aprecia que se está adicionando la operación de evaluación con dinamómetro.

Los trabajos de maquinado se evalúan nuevamente para verificar las medidas, en la cual interviene un técnico, con los repuestos completos el supervisor autoriza al técnico a iniciar la reparación y una vez reparados los componentes el técnico empieza el ensamblado del motor hasta terminarlo. Uno de los procesos que pueden continuar es el de maquinado, en este interviene un técnico, su labor se simplifica en encamisar el block, desbastar bocines de brazos de biela y cepillar cabezotes, alguna otra operación de maquinado se la realiza en talleres autorizados.

En esta propuesta el proceso clave es la prueba de los motores con un dinamómetro, con esta prueba se podrá detectar alguna falla en la reparación, disminuyendo considerablemente las probabilidades de una garantía, en esta parte del proceso intervendrá un técnico que se encargara de montar el motor en las bases y acoplara todas las mangueras como la de circulación de agua y combustible, además de los sensores necesarios que permitan medir temperaturas y presiones, luego el motor se prueba en vacío y con carga para determinar la potencia del mismo.

## ANEXO 09

### DIAGRAMA DE PROCESOS PRPUESTO PARA LA REPARACION DE MOTORES DIESEL CON DINAMOMETRO - TALLER DE SERVICIO CAJAMARCA



Elaboración propia

## **ANEXO 10**

### **DETERMINACION DEL NUMERO DE EQUIPOS DINAMOMETRO PARA LA EVALUACION DE MOTORES REPARADOS - TALLER DE SERVICIO CAJAMARCA**

Para poder implementar un banco de pruebas de motores diésel , el taller de la Empresa Ferreyros- Cajamarca , que se encuentra ubicado en el Km. 5.2 Carretera a Cajamarca, Baños del Inca, cuenta con un área que servirá para su instalación, cuya función primordial es dar soporte al taller de mecánica en la sección de reparaciones para garantizar el buen funcionamiento de los motores, en ese aspecto se cuenta con la superficie necesaria que permita el transporte y funcionabilidad de la disposición elegida, satisfaciendo los requisitos que asegure el correcto funcionamiento del dinamómetro, requisitos que se dividen en tecnológicos , técnico, seguridad y sistema contra incendios.

#### **NUMERO DE DINAMOMETROS A UTILIZAR.**

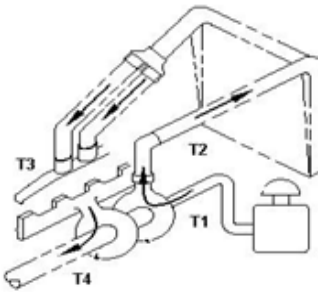
Del Anexo 06 de la proyección de demanda de reparaciones, se aprecia que el máximo número de reparaciones en un mes es la cantidad de 28 motores, por lo que en nuestro caso la propuesta es de un (01) Banco de pruebas de motor (dinamómetro), no justificando una mayor cantidad.

Finalmente, la implementación del dinamómetro para prueba de motores en el taller de la Empresa Ferreyros S.A técnicamente es factible su aplicación en el área de reparación de motores diésel, donde será necesario para minimizar los costos de mantenimiento y optimizar el rendimiento de la maquinaria y equipos; y lo que es más se cuenta con un área para la instalación del dinamómetro y sus componentes.



## ANEXO 11

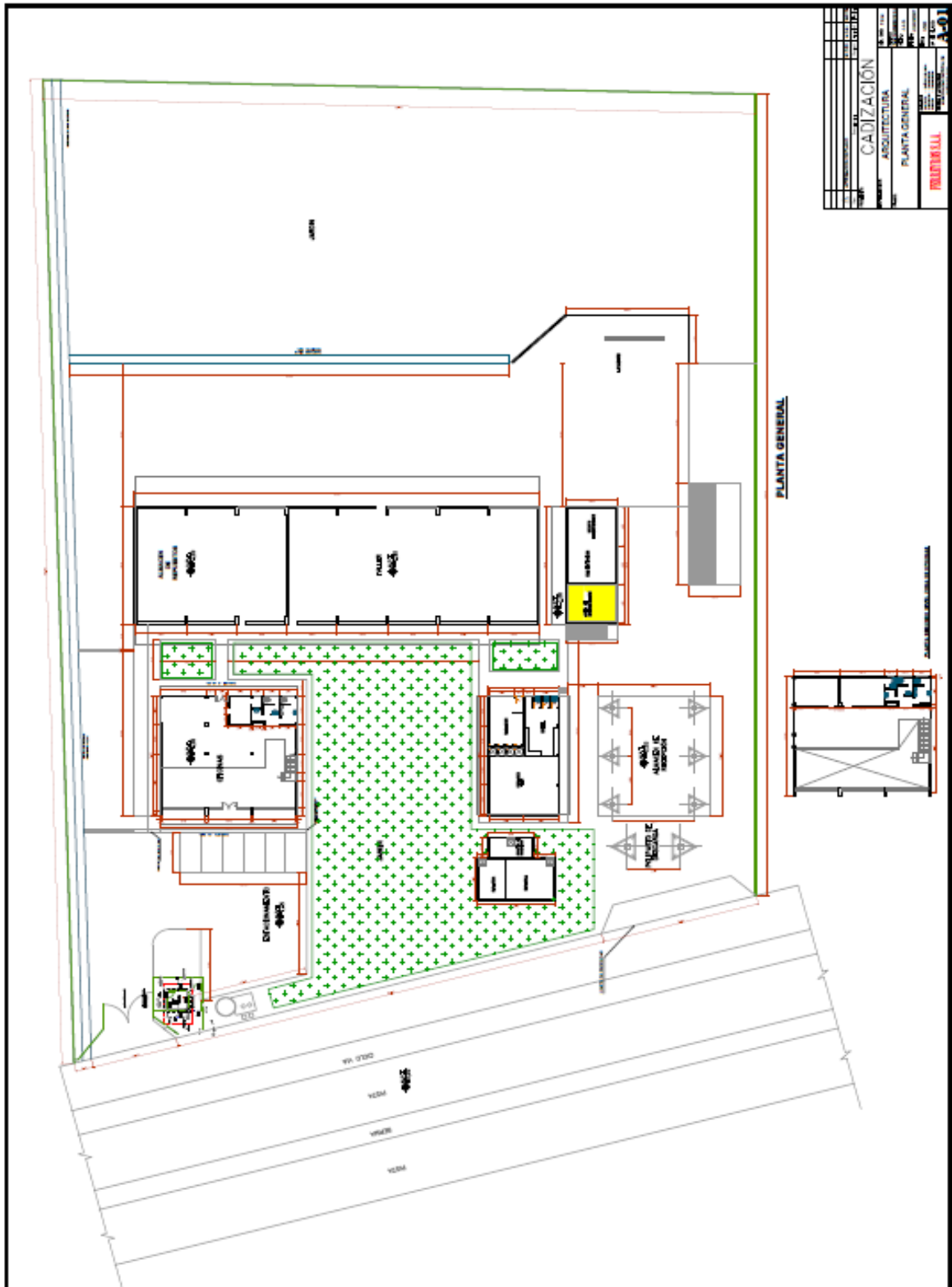
### MODELO DE FORMATO ACTUAL DE EVALUACION DE REPARACION DE MOTORES EN EL TALLER DE FERREYROS-CAJAMARCA

<b>Ferreyros</b>		<b>CAT</b>		<b>TALLER FESA CAJAMARCA</b>		
<b>ANALISIS TECNICO INSTRUMENTAL DE MOTONIVELADORA CATERPILLAR</b>						
CLIENTE	<i>QUISPE TRANSPORTES Y SERVICIO</i>			O/T:	CJ18138	
	MODELO	N° DE SERIE	ARREGLO	Test Espec.	HORAS	FECHA
<b>MAQUINA</b>	140H	5HM03940			18064	17-10-16
<b>MOTOR</b>	3308B				18064	17-10-16
1. EVALUACION DE PARAMETROS DE MOTOR						
	Valvulas de Admision			Valvulas de Escape		
Luz de valvulas	0.38 ± 0.08 mm (0.015 ± 0.003")			0.64 ± 0.08 mm (0.025 ± 0.003")		
Cilindro	Encontradas	Corregidas	Encontradas	Corregidas		
1	.0019mm	0.015mm	0.022mm	0.025mm		
2	0.019mm	0.015mm		0.025mm		
3	0.020mm	0.015mm	0.023mm	0.025mm		
4	0.021m	0.015mm		0.025mm		
5	0.019mm	0.015mm	0.025mm	0.025mm		
6	0.020mm	0.015mm		0.025mm		
Descripcion:	Valor Especificado	Valor Tomado	Observaciones / Correcciones			
Velocidad del Motor Alta en Vacío.	2190 ± 60 rpm	1980 rpm				
Velocidad del Motor Baja en Vacío	800 ± 10 rpm	1000rpm				
Velocidad del Motor Calado	1900 ± 10 rpm					
Presión de Aceite de Motor Alta RPM.	29 a 87 psi	60 psi				
Presión de Aceite de Motor Baja RPM.	15 a 87 psi	47 psi				
Presión de Combustible	27 a 54 psi	40 rpm				
Presion de Entrada de Aire	26 a 31 inHg					
Temp. Entrada Refrigerante al Motor	86 a 92 °C	88 °c				
Temp. Salida Refrigerante del Motor	86 a 102 °C	92 °c				
Temp. de Aceite de Motor	99°C max	79°C				
Temp. de Filtro de Combustible	25 a 35 °C	30°C				
Presión de Gases en el Carter	0 a 1 inH2O	1" h2o				
		T1: Temp. De Admision				
		T3: Temp. de Salida del Enfriador				
		T4: Temp. de Escape				
OB SERVACIONES:						
presiones del sistema motor se encuentra dentro del rango especificado						

Fuente; Elaboración propia

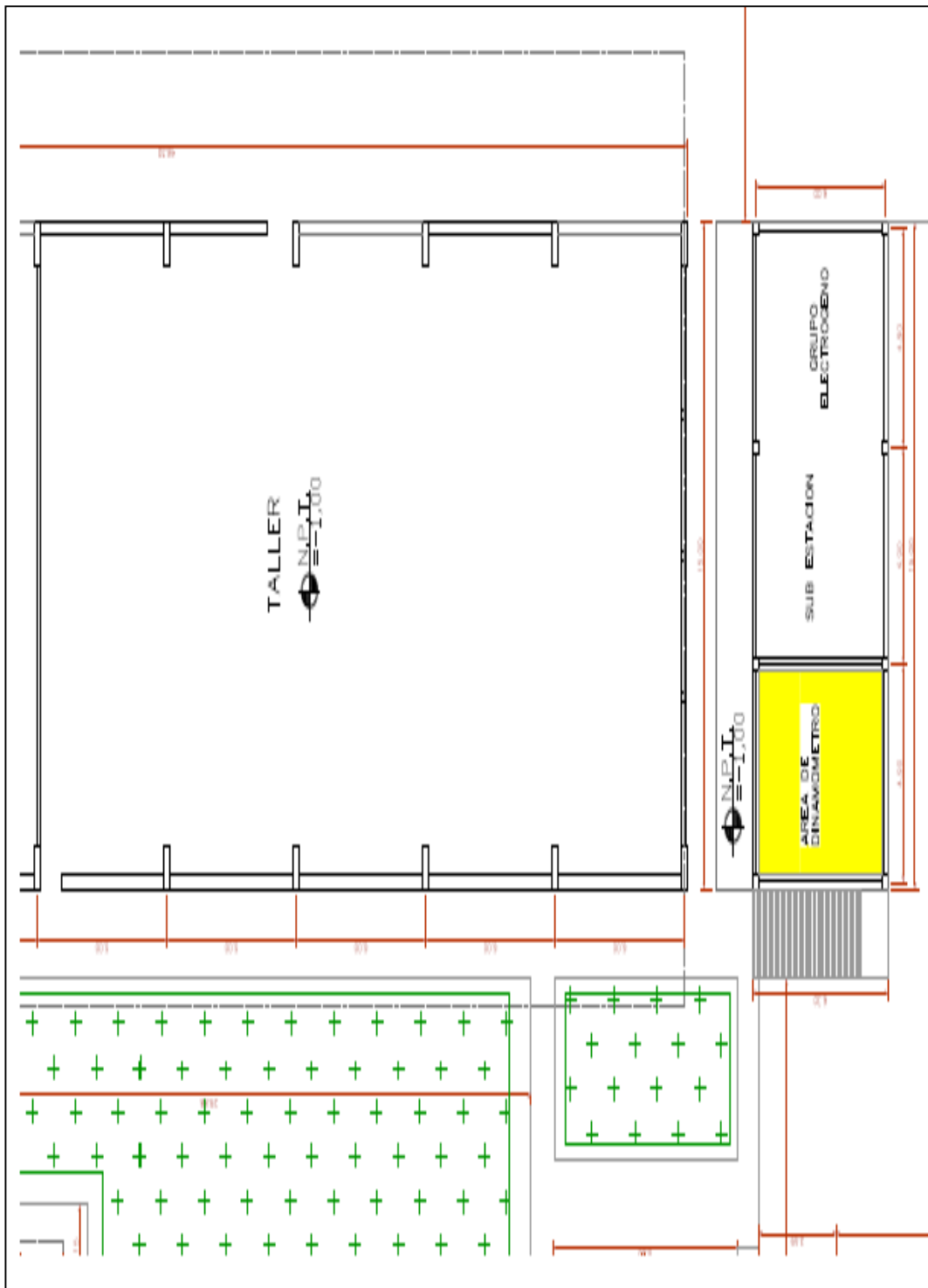
**ANEXO 12**

**PLANO ARQUITECTÓNICO SUCURSAL FERREYROS - CAJAMARCA**



Fuente; Elaboración propia

## UBICACIÓN DE DINAMÓMETRO



Fuente; Elaboración propia

## ANEXO 13

### SELECCIÓN DEL DINAMÓMETRO PARA EL TALLER DE SERVICIO DE REPARACIÓN DE MOTORES DIÉSEL

#### PARQUE DE MOTORES DIESEL EN FERREYROS CAJAMARCA

MAQUINA	MARCA	Modelo de Motor	POTENCIA KW / (HP)	RPM	CILINDRADA L/min
Rodillos	CAT	3054c	84 / (112)	1800	4.4 L
Excavadora	CAT	C6.6 ACERT	98 / (131)	1800	6.6 L
Motoniveladora	CAT	C7 ACERT	170 / (228)	1800	7.1 L
Tractor	CAT	C9 ACERT	200 / (268)	1800	8.8 L
Excavadora	CAT	C9.3 ACERT	226 / (303)	1800	9.3 L
Cargador	CAT	C11 ACERT	195 / (262)	1800	11.1 L
Excavadora	CAT	C9 ACERT	200 / (268)	1800	8.8L
Tractor	CAT	3406 C	226 / (303)	2100	14.6 L
Tractor	CAT	C15 ACERT	233 / (312)	1900	15.2 L

Fuente; Manual del fabricante Caterpillar.

#### 1. SELECCION DEL FRENO DINAMOMÉTRICO

La importancia de la selección de este dinamómetro es.

- 1) Asegurar que el motor trabaje en regímenes variables.
- 2) La potencia entregada debe ser constante.

El dinamómetro se divide en: absorción y dinamómetros de transmisión.

El dinamómetro de absorción, absorbe toda la potencia producida.

El de transmisión, es de valor para determinar la potencia realmente entregada en funcionamiento del motor.

Los dinamómetros de absorción se clasifican:

- 1) De fricción mecánica como el freno de Prony.
- 2) Frenos hidráulicos.
- 3) Frenos de aire (aerodinámicos).
- 4) Frenos eléctricos de:

## 2. ELECCION DEL FRENO A UTILIZAR

Por consideraciones técnicas, descartamos el freno de Prony y el freno aerodinámico. Siendo la mejor opción en nuestra área el frenos hidráulicos o eléctricos para nuestro caso, Por consideraciones económicas, seleccionamos freno hidráulico.

### VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE DINAMÓMETRO

En un banco de pruebas pueden utilizarse diferentes tipos de dinamómetro según la aplicación. En ocasiones el usuario posee diferentes alternativas en cuanto a la tecnología que puede emplear. En este caso comparamos estas alternativas para decidir qué tipo de dinamómetro se adapta mejor a su aplicación.

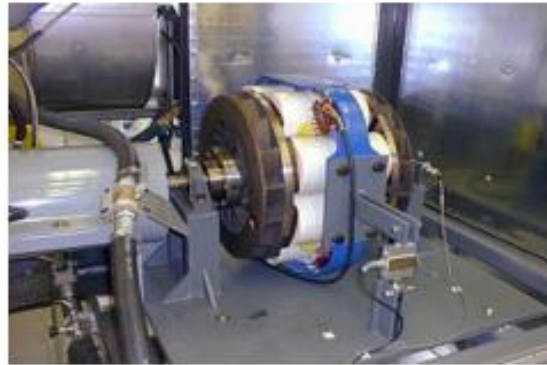
#### 1. DINAMÓMETROS HIDRÁULICOS.



Fuente; Manual accudyno

	<p>es necesario retirar el motor del vehículo para ensayarlo.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Desgaste elevado debido a la cavitación y turbulencias. Mantenimiento más frecuente</li><li>•</li></ul>
--	---

## 1. DINAMÓMETROS ELÉCTRICOS DE CORRIENTES PARÁSITAS (EDDY)



Fuente; Manual [accudyno](#)

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto torque de frenado aún a muy bajas RPM</li> <li>• Alta precisión en el control aún en rangos muy distintos de torque y RPM</li> <li>• El control del frenado es independiente de la refrigeración (excepto en dinamómetros refrigerados por aire)</li> <li>• Permite un control automático preciso</li> <li>• Alta durabilidad, mantenimiento simple y menos frecuente</li> <li>• En el caso de los dinamómetros refrigerados por aire no requiere infraestructura adicional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor Costo</li> <li>• Mayor inercia</li> <li>• En dinamómetros refrigerados por agua es necesaria una instalación de refrigeración (bombas, tanques, torre de enfriamiento) aunque ligeramente más sencilla que para un dinamómetro hidráulico</li> <li>• En dinamómetros refrigerados por aire, el frenado a plena potencia sólo puede hacerse por un tiempo corto, pasando luego a un régimen de potencia 1/3 menor que depende de la capacidad de disipación del dinamómetro</li> </ul>

## 2. DINAMÓMETROS ELÉCTRICOS DE AC O DC



Fuente; Manual [accudyno](#)

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las mismas ventajas que los de corrientes parásitas</li> <li>Menor inercia que los Eddy</li> <li>Posibilidad de usarlos también como motor para ensayo de transmisiones y otros elementos pasivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elevado Costo</li> <li>Mayor inercia que un hidráulico</li> <li>El controlador es muy caro</li> <li>Solo disponibles para potencias bajas y moderadas</li> </ul>

## 3. DINAMÓMETRO DE RODILLO



Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo costo</li> <li>Simplicidad y rapidez del ensayo</li> <li>Muy repetitivo</li> <li>Bajo mantenimiento</li> <li>No requiere infraestructura adicional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No puede ensayarse a carga estabilizada</li> <li>La carga es siempre la misma y depende de la aceleración</li> <li>Requiere de un buen sistema de adquisición y procesamiento para obtener buenos resultados</li> <li>Baja exactitud ya que hay influencia de factores externos como rozamientos no medidos (rodamientos, rodadura de ruedas, cadenas o correas de transmisión) e inercia de otros elementos en rotación (volante del motor, caja, ruedas)</li> <li>Elevado peso</li> <li>No es homologable si no cuenta con un dinamómetro acoplado</li> </ul>

Fuente; Manual [accudyno](#)

## COMPONENTES PARA LA OPERATIVIDAD DEL DINAMÓMETRO

ITEM	DESCRIPCION
1	Dínamometro Hidráulico y sus componentes mecánicos
2	Electronica de control de freno y acelerador
3	Software informatico
4	Material Eléctrico
5	Sistema de arranque por aire
6	Plataforma para el dinamómetro
7	Eje de transmisión universal
8	Torre de enfriamiento
9	Instalación eléctrica
10	instalación hidráulica
11	Acople de dinamómetro
12	deposito de combustible
13	Torre de refrigeración
14	sistema de ventilación de la sala de pruebas / campana de escape
15	transpote / Plataforma de ruedas
16	Puesta en marcha y capacitación

Fuente: Elaboración propia



## ANEXO 14

### PARAMETROS ESPECIFICADOS DE PRUEBA EN EL DINAMÓMETRO

Estos parámetros son normalizados por el fabricante, debido a que se tiene los valores estandarizados en la base de los parámetros del sisweb, El motor debe cumplir con las especificaciones de rendimiento individuales que se encuentran en el (TMI, Technical Marketing Information), donde se encuentra los parámetros generales del motor. Con el objetivo de mantener un control de calidad y que cumpla con los parámetros ya especificados después de una reparación o correctivo, para un óptimo desempeño y confiabilidad del cliente.

**CATERPILLAR®**

**TMI WEB**

### Welcome to TMI

The Technical Marketing Information (TMI) system your portal to Caterpillar Commercial and Captive Engine Data

Reference Number:  Reference Description:  Unit:  English  Metric

(THX41435)-Engine (M4T02087)-Machine

**USER DETAILS**

»Affiliation: Primary Dealer (CD)

»Security Level: Primary Dealer

---

**RELATED LINKS**

»Home

»Preferences

»Switch To Classic Screen

---

**TMI HELP DESK**  
FOR SYSTEM ISSUES  
(BREAK OR NOT FUNCTIONING)

»800-901-8777

»309-266-9749 (outside U.S.)

»Enginesoftware@catsupport.com

**Factory Spec**

Engine Test 0K6787	Order Inv. w/Eng Breakdown THX41435	Flash File 3770005	Physical Data THX41435	Gasket Kit 3013082	Component Data THX41435
Spec Xref 0K6787	Emissions Data THX41435	As Manufactured THX41435	Spec Compare 3013082	Service letter M4T02087	SIMSi M4T02087

Test Spec  
0K6787

Fuente; Manual del fabricante sisweb cat.

### **TEST SPEC [THX41435]**

(THX41435)-ENGINE (M4T02087)-MACHINE

**DECEMBER 15, 2016**

For Help Desk Phone Numbers [Click here](#)







Reference Number: 0K6787

Effective Serial Number:

Model: C9 DI TA AAAC

Make from Spec:

<b>DATOS DE ESPECIFICACIONES DE PRUEBA</b>				
<b>Description</b>	<b>Measure</b>	<b>Nominal</b>	<b>Ceiling</b>	<b>Floor</b>
Corr Full Load Power	hp	286	289	283
Full Load Speed	RPM	1800	1810	1790
High Idle Speed	RPM	1980	1990	1970
Low Idle Speed	RPM	800	810	790
FL Static Fuel Setting	in	0.583		
FT Static Fuel Setting	in	0.696		
FLS (Intercept)		-35		
FTS (Slope)		20		
Corrected Fuel Rate	GAL/HR	13.3	13.9	12.6
CSFC	LB/HP.H	0.321	0.341	0.304
Adjusted Boost	IN_HG	42.9	49.4	36.5
Torque Check Speed	RPM	1400	1410	1390
Corr Torq Rise at TC RPM	%	20.0		
Corr Torque at TC RPM	LB.FT	1,000	1,070	930
C Fuel Rate at TC RPM	GAL/HR	13.6	14.3	12.9
CSFC at TC RPM	LB/HP.H	0.349	0.376	0.330
ADJ Boost at TC RPM	IN_HG	48.6	55.9	41.3
Power Loss/Cyl	% C FL PWR	21.0	27.0	10.0
Specific Blowby	CU FT/HP.H			
Temp Jacket Water Pump Inlet	F	192	197	186
Delta T Jacket Water (out-in)	F	10	19	1
Inlet Manifold Temp	F	120	131	109
Water Temp to Scac	F			
Scac Water Flow	GAL/MIN			
Oil Pressure	PSI	53	87	36
Oil Pressure Low Idle	PSI	28	58	15
Fuel Pressure	PSI	81	108	54
Inlet Fuel Pressure	PSI			
Inlet Fuel Temp	F	86	95	77
Inlet Air Pressure	IN_HG		31	26
Inlet Air Restriction	IN_HG		1.18	
Inlet Air Temperature	F		122	50
Fuel Density	DEG API		36.0	34.0
Boost Constant		1.0		
Governor Setting Constant				
Governor Setting Torque	% RTD TRQ			
High Idle Stability	RPM			
Low Idle Stability	RPM			
Set Point RPM	RPM	1820	1830	1810
Adjusted Boost (Gas Blending)	HG			

Corrected Fuel Rate - Diesel (Gas Blending) 	GAL/HR			
Corrected Fuel Rate - Gas (Gas Blending) 	BTU/MIN			
Full Load Fueling (Gas Blending) 	MM3/ST			
Gas Substitution Ratio (Gas Blending) 	%			
Corr Full Load Power (Gas Blending) 	HP			
Full Load Speed (Gas Blending) 	RPM			
Exhaust Back Pressure	PSI			
TQ CK Exhaust Back Pressure	PSI			
Ataac Delta Pressure	PSI			

### Engine Reference Information

Description	Measure	Data
FL Static/FT Static Fuel Settings	in	0.583 / 0.696
Fuel Valve Part Number		
Unit Injector Part Number		2544339
Timing Dimension Field Service	in	
Timing Dimension Factory		
Torque Control Group Number		Change Level:
Fuel Pump/Gov Grp Part Number		2934072
Fuel Pump Type		HUI
Flyweight Part Number/Attitude		
Turbo Part No and Model		2507700 / S310CG080-1.1VTF 2507700 / S310CG080-1.1VTF 2507700 / S310CG080-1.1VTF
Advertised Power / Governor Speed		268hp 1,800 RPM
Compression Ratio		16.1
Torque Rise Cam Part Number		
Manifold Type		DRY
Engine Flash File Part Number		3770005
Rating Number		
Flash File Change Number		
ASM Flash File Part Number		
ISM Flash File Part Number		
Advisor Flash File Part Number		
Secondary Module Flash File Part Number		
Messenger Flash File Part Number		
Tandem Software Flash File Part Number		
Governor Type		ELEC

### Torque Control Group Spring Data

Part No	Thickness	Quantity
No data found...		

### Torque Control Group Spacer Data

Part No	Thickness	Quantity
---------	-----------	----------

No data found...

**Timing Data**  
**Mechanical Advance Part Number:**  
**Chg. Level:**  
**Advance: 0.0 DEG**  
**Dog Leg Differentials: RPM: -- KW: --**

Description	Measure	Spec	Minimum	Maximum
Timing Static @ 0 RPM BTDC	DEG		-2.0	2.0

**Application/Performance Data**

Description	Measure	Data
Application Identification		
Engine Sales Model and Series		C9
Combustion System type		DI
Aspiration Type		TA
Engine Source Factory Ref Number		GN
Multi Engine Torq/Rating		
Emissions Family		
Generator Rating W/O Fan	EKW	
Generator	HZ	
Brakesaver test		
Certified Engine Rating	hp	
Engineering Model Ref		X647 X648 X783
Low Idle In-Veh Speed	RPM	
Sales Model		330D
Machine Facility		84
Usage		STD
Transmission		
Description		EX
Serial Number Prefixs		MEY
Sales Model		330D
Machine Facility		84
Usage		STD
Transmission		
Description		EX
Serial Number Prefixs		NBD
Sales Model		330D
Machine Facility		12
Usage		STD
Transmission		PS
Description		EX
Serial Number Prefixs		

**Altitude Derating Information**

Description	Measure	Data
-------------	---------	------

Altitude - Maximum	FT	10,997
Engine Power Advertised	hp	268
Engine Power Test	hp	286
High Idle Speed	RPM	
FL Static Fuel Setting	in	0.583
FT Static Fuel Setting	in	0.696
Corrected Fuel Rate	GAL/HR	13.3
FL Boost Pressure W/(A/C & Muff)	IN_HG	42.9
Stall Speed	RPM	
Stall Boost Press	IN_HG	

<b>Spec Number vs. Arrangement Number Cross Reference</b>				
Arrangement	2702771	2704216	2900760	3013082
	3911073	3911075		

Caterpillar Confidential: **Green**  
Content Owner: Commercial Processes Division  
Web Master(s): [PSG Web Based Systems Support](#)  
Current Date: jueves, 15 de diciembre de 2016 07:24:19 AM  
© Caterpillar Inc. 2016 All Rights Reserved.  
[Data Privacy Statement.](#)

**Fuente: Manual del fabricante sisweb (TMI)**

## **TIEMPOS DE PRUEBA DEL MOTOR EN EL DINAMÓMETRO**

El fabricante indica el tiempo de prueba para los motores diésel acoplado en el dinamómetro es de 4 horas como mínimo, manteniendo 1 hora con la máxima carga al 100% y posteriormente a un 75%

Adicional se puede prolongar el tiempo de prueba del motor de acuerdo a la exigencia del cliente, con el fin de tener mayor confiabilidad con el motor.

La prueba del motor se utiliza para mostrar que se cumplen las siguientes tres condiciones:

- a. Los componentes que afectan el rendimiento del motor se fabricaron de manera correcta.

- b. El motor se armó de manera correcta.
- c. Los ajustes del motor son los correctos.

### **MEJORAMIENTO DEL PROCESO CON EL DINAMÓMETRO**

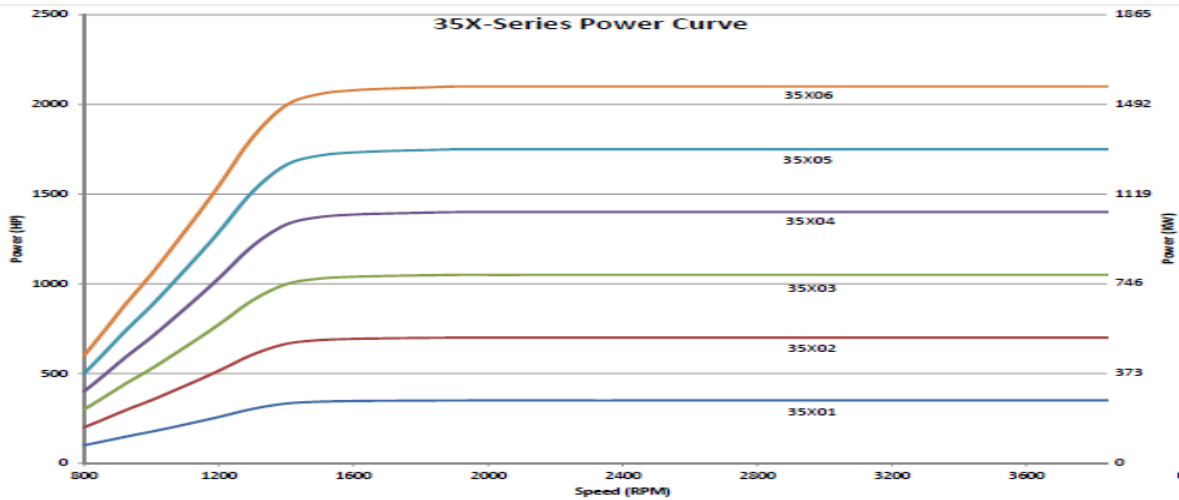
Con la propuesta el proceso clave es la prueba de los motores con un dinamómetro, con esta prueba se podrá detectar falla en la reparación, verificar la potencia eficiente del motor y disminuyendo considerablemente las probabilidades de una garantía o rehacer en el servicio de reparación, minimizando costos de mano de obra y optimizando el rendimiento del motor, con el fin de obtener confiabilidad con el motor en su operación y satisfacción del cliente.

### **SELECCIÓN DE DINAMOMETRO**

Se tiene un parque de motores diésel, con una potencia en la escala de 112 HP a 312 PH y las RPM entre 1800 a 2100 rpm, siendo fundamental contar con el rango de potencia para la selección del dinamómetro.

<b>MAQUINA</b>	<b>MARCA</b>	<b>Modelo de Motor</b>	<b>POTENCIA KW / (HP)</b>	<b>RPM</b>	<b>CILINDRADA L/min</b>
Rodillos	CAT	3054c	84 / (112)	1800	4.4 L
Excavadora	CAT	C6.6 ACERT	98 / (131)	1800	6.6 L
Motoniveladora	CAT	C7 ACERT	170 / (228)	1800	7.1 L
Tractor	CAT	C9 ACERT	200 / (268)	1800	8.8 L
Excavadora	CAT	C9.3 ACERT	226 / (303)	1800	9.3 L
Cargador	CAT	C11 ACERT	195 / (262)	1800	11.1 L
Excavadora	CAT	C9 ACERT	200 / (268)	1800	8.8L
Tractor	CAT	3406 C	226 / (303)	2100	14.6 L
Tractor	CAT	C15 ACERT	233 / (312)	1900	15.2 L

Fuente; Manual del fabricante Caterpillar.



Power - HP (KW)						
RPM	35X01	35X02	35X03	35X04	35X05	35X06
800	100 (75)	200 (149)	300 (224)	400 (298)	500 (373)	600 (447)
1,000	176 (131)	351 (262)	527 (393)	703 (524)	879 (655)	1,054 (786)
1,200	258 (192)	515 (384)	773 (576)	1,030 (768)	1,288 (960)	1,546 (1,153)
1,400	333 (248)	665 (496)	998 (744)	1,330 (992)	1,663 (1,240)	1,995 (1,488)
1,500	343 (256)	686 (512)	1,029 (767)	1,372 (1,023)	1,715 (1,279)	2,058 (1,535)
2,000	350 (261)	700 (522)	1,050 (783)	1,400 (1,044)	1,750 (1,305)	2,100 (1,566)
2,500	350 (261)	700 (522)	1,050 (783)	1,400 (1,044)	1,750 (1,305)	2,100 (1,566)
3,000	350 (261)	700 (522)	1,050 (783)	1,400 (1,044)	1,750 (1,305)	2,100 (1,566)
3,500	350 (261)	700 (522)	1,050 (783)	1,400 (1,044)	1,750 (1,305)	2,100 (1,566)
4,000	350 (261)	700 (522)	1,050 (783)	1,400 (1,044)	1,750 (1,305)	2,100 (1,566)

Fuente; Manual Power Test

Se ha seleccionado el dinamómetro modelo 35X01 según las especificaciones de 100 HP a 350 HP debido a que se encuentra dentro del requerimiento, para la selección del dinamómetro de 100HP a 312HP,

### **MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL DINAMOMETRO**

- Use un casco, anteojos de protección y cualquier otro equipo de protección que se requiera.
- No use ropa ni joyas holgadas que puedan engancharse en los controles o en otras piezas del equipo.
- Asegúrese de que todos los protectores y cubiertas estén sujetos firmemente en su lugar en los equipos.
- Mantenga los equipos libres de materia extraña. Quite la suciedad, el aceite, las herramientas y otros elementos de la plataforma, las pasarelas y los escalones.
- Sujete firmemente todos los elementos sueltos, como, herramientas y otros elementos que no sean parte de los equipos.

- Conozca las señales apropiadas que se hacen con las manos en el lugar de trabajo y al personal autorizado para hacerlas. Atienda a las señales con las manos de una sola persona.
- No fume en el área. La inhalación de los vapores que se producen cuando una llama hace contacto con el refrigerante del aire acondicionado, puede causar lesiones físicas o la muerte. La inhalación del gas refrigerante del aire acondicionado a través de un cigarrillo encendido puede ocasionar lesiones físicas o la muerte.
- No almacene nunca fluidos de mantenimiento en recipientes de vidrio. Drene todos los líquidos en un recipiente adecuado.
- Cumpla todas las regulaciones locales sobre eliminación de líquidos.
- Utilice todas las soluciones de limpieza con cuidado. Informe todas las reparaciones que sean necesarias.
- No permita personal no autorizado en los equipos.
- Realice siempre una inspección alrededor, lo que le ayudará a identificar un peligro de incendio. No opere la máquina cuando existe un peligro de incendio
- Mantenga cerradas las puertas de acceso a los principales compartimientos de la máquina y todas las puertas de acceso en condiciones de operación para permitir el uso de los equipos para supresión de incendios, en caso de que ocurra un incendio.
- Arranque el motor sólo desde el puesto del operador. Nunca haga puente entre los bornes de la batería ni en los terminales del motor de arranque porque puede causar un cortocircuito. Los cortocircuitos pueden causar averías al sistema eléctrico al anular el sistema de arranque en neutral del motor.
- Si hay una etiqueta de advertencia fijada al interruptor de arranque del motor o a los controles, no arranque el motor. Tampoco mueva ninguno de los controles.
- Caliente el motor a temperatura de operación.



## ANEXO 15

### ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL DINAMOMETRO SELECCIONADO PARA EL TALLER DE SERVICIO DE REPARACIÓN DE MOTORES DIÉSEL –CAJAMARCA

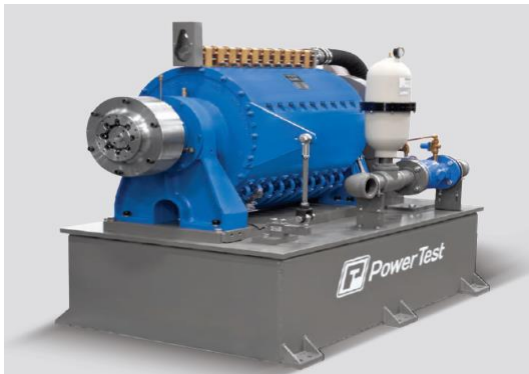
#### **DINAMÓMETRO HIDRÁULICO CON FRENO DE AGUA - SERIE 35X**

Los dinamómetros están diseñados para pruebas de equipos de construcción, carretera, minería y energía, desde 100 HP a 2.100 HP a velocidades de hasta 4.000 RPM.

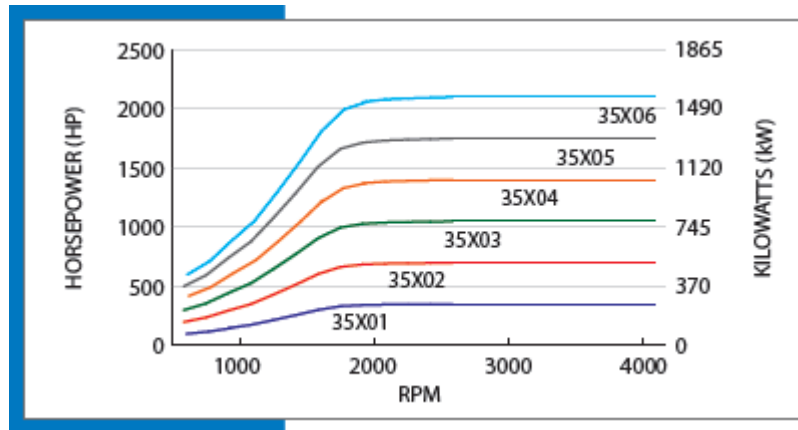
El dinamómetro de frenos de agua Serie 35X

- La capacidad de probar una amplia gama de desplazamientos del motor en el mismo dinamómetro.
- Baja inercia y alta absorción, características en un paquete compacto.
- El diseño del eje transversal permite que el dinamómetro se accionarse.
- El control de entrada permite un mínimo caballo de fuerza.
- Cargas mínimas.
- Capacidades de absorción iguales en dirección de rotación.
- Juntas amortiguadoras ajustables.
- Cajas desmontables del cojinete y del sello facilitar el servicio de campo sin la necesidad de desarmar el absolvedor.
- Equipado con alta velocidad lubricada con grasa.

Estos sistemas de agua de base fija montados en muñones los dinamómetros del motor de freno pueden utilizarse para verificar la potencia del motor en servicio continuo.



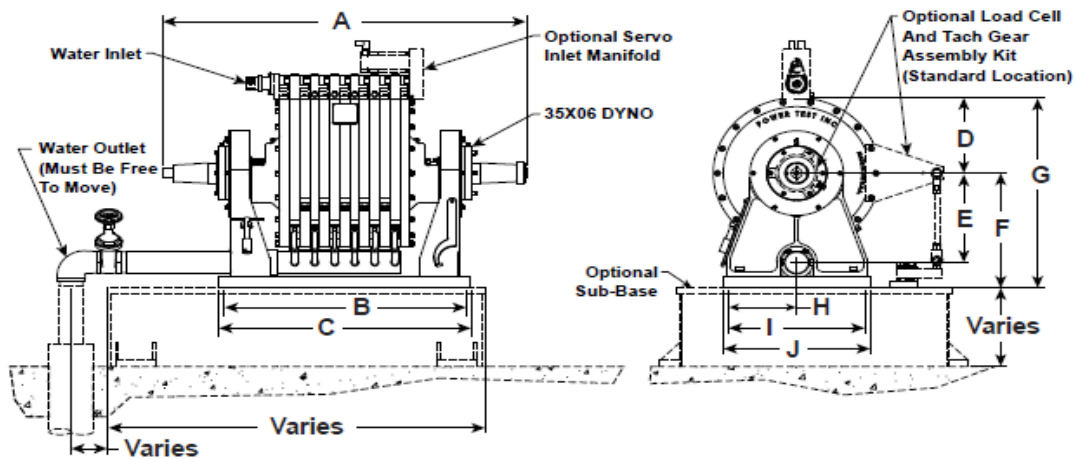
Fuente; Manual Power Test



### Serie 35X

- Para probar la mayoría del diesel Motores.
- Potencia entre 100 a 2,100 HP.
- Velocidades hasta 4.000 rpm.

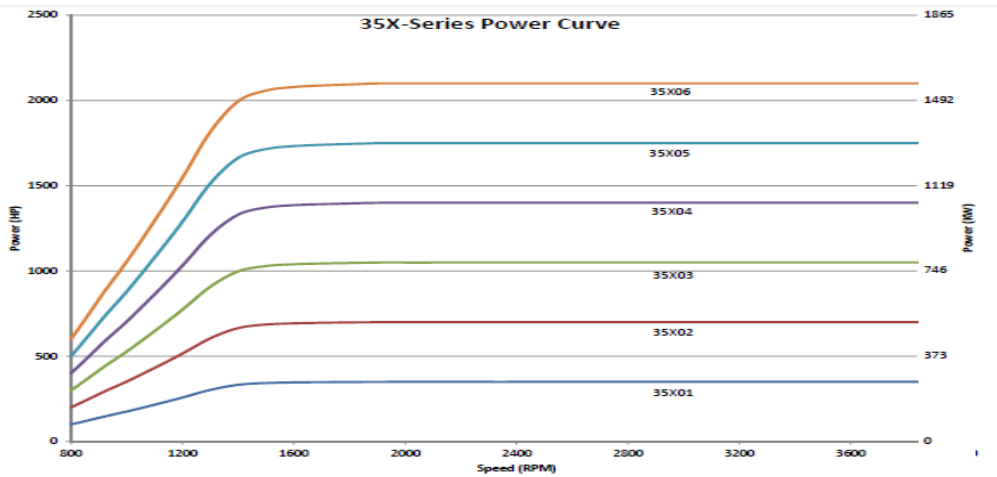
Se ha seleccionado el dinamómetro modelo 35X01 con la potencia de 100HP a 350 HP debido a que se encuentra dentro del requerimiento, para la selección del dinamómetro de 100HP a 312HP.



Description	Part #	Dimensions (inches)											Weight (lbs)	Inertia (lb-ft <sup>2</sup> )		
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J					
35X01 Water Brake	73505.01	39 1/2	21	22 3/4											1,385	33.4
35X02 Water Brake	73505.02	42 1/2	24	25 3/4											1,655	65.8
35X03 Water Brake	73505.03	45 1/2	27	28 3/4	12 1/2	15	19	31 1/2	10 1/8	20 1/4	22			1,929	98.1	
35X04 Water Brake	73505.04	48 1/2	30	31 3/4										2,239	130.4	
35X05 Water Brake	73505.05	51 1/2	33	34 3/4										2,514	162.8	
36X06 Water Brake	73505.06	54 1/2	36	37 3/4										2,790	195	

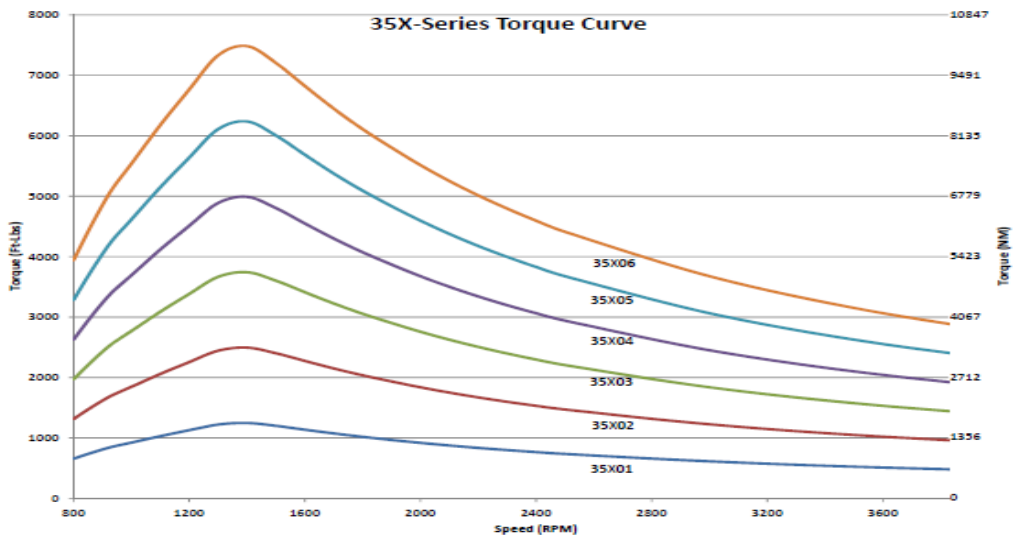
Fuente; Manual Power Test

## SELECCIÓN DE DÍNAMOMETRO



RPM	Power - HP (KW)					
	35X01	35X02	35X03	35X04	35X05	35X06
800	100 (75)	200 (149)	300 (224)	400 (298)	500 (373)	600 (447)
1,000	178 (131)	351 (262)	527 (393)	703 (524)	879 (656)	1,054 (786)
1,200	258 (192)	515 (384)	773 (576)	1,030 (768)	1,288 (960)	1,546 (1,153)
1,400	333 (248)	665 (496)	998 (744)	1,330 (992)	1,663 (1,240)	1,995 (1,488)
1,500	343 (256)	686 (512)	1,029 (767)	1,372 (1,023)	1,715 (1,279)	2,058 (1,535)
2,000	350 (261)	700 (522)	1,050 (783)	1,400 (1,044)	1,750 (1,305)	2,100 (1,566)
2,500	350 (261)	700 (522)	1,050 (783)	1,400 (1,044)	1,750 (1,305)	2,100 (1,566)
3,000	350 (261)	700 (522)	1,050 (783)	1,400 (1,044)	1,750 (1,305)	2,100 (1,566)
3,500	350 (261)	700 (522)	1,050 (783)	1,400 (1,044)	1,750 (1,305)	2,100 (1,566)
4,000	350 (261)	700 (522)	1,050 (783)	1,400 (1,044)	1,750 (1,305)	2,100 (1,566)

### Especificaciones del dinamómetro 35X



RPM	Torque - Lb-Ft (NM)					
	35X01	35X02	35X03	35X04	35X05	35X06
800	657 (890)	1,313 (1,780)	1,970 (2,670)	2,626 (3,560)	3,283 (4,450)	3,939 (5,341)
1,000	923 (1,251)	1,846 (2,520)	2,768 (3,753)	3,691 (5,004)	4,614 (6,256)	5,537 (7,507)
1,200	1,127 (1,529)	2,255 (3,057)	3,382 (4,586)	4,510 (6,114)	5,637 (7,643)	6,765 (9,172)
1,400	1,247 (1,691)	2,495 (3,382)	3,742 (5,074)	4,989 (6,765)	6,237 (8,456)	7,484 (10,147)
1,500	1,201 (1,628)	2,402 (3,257)	3,603 (4,885)	4,804 (6,513)	6,005 (8,141)	7,206 (9,770)
2,000	919 (1,246)	1,838 (2,492)	2,757 (3,738)	3,676 (4,985)	4,596 (6,231)	5,515 (7,477)
2,500	735 (997)	1,471 (1,994)	2,206 (2,991)	2,941 (3,988)	3,676 (4,985)	4,412 (5,981)
3,000	613 (831)	1,225 (1,662)	1,838 (2,492)	2,451 (3,323)	3,064 (4,154)	3,676 (4,985)
3,500	525 (712)	1,050 (1,424)	1,576 (2,136)	2,101 (2,848)	2,626 (3,560)	3,151 (4,272)
4,000	460 (623)	919 (1,246)	1,379 (1,869)	1,838 (2,492)	2,298 (3,115)	2,757 (3,738)

Fuente; Manual Power Test

### 3. SISTEMA ELECTRONICO DEL DINAMOMETRO MODELO 35X1

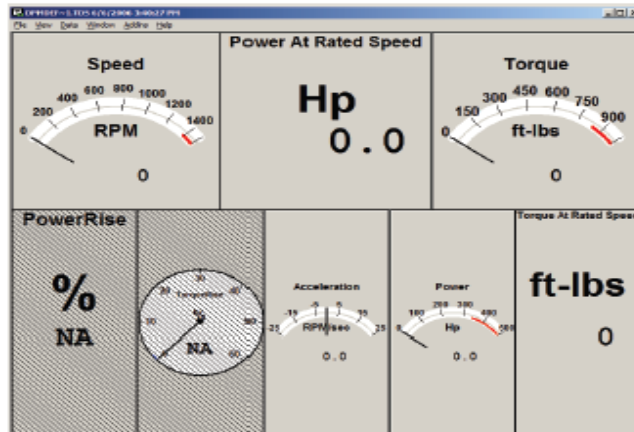
Power Net es un sistema de dos computadoras que incorpora lo último en adquisición de datos.

**Tecnología.** El sistema está compuesto por el Ordenador Comandante, una PC de escritorio y la Work Station, una unidad con pantalla táctil alojada. Ambos sistemas se comunican entre sí, proporcionando rápidas velocidades de transferencia de datos, simplicidad de cableado y conexiones LAN, La instrumentación Power Net está diseñada específicamente para su motor dinamómetro. Utiliza un paquete de software basado en Windows® para proporcionar consistentes y automatizados. Power Net permite manualmente, operación controlada automáticamente, calentamiento, rotura y pruebas de potencia. La capacidad de Power Net para ejecutarse automáticamente a velocidades y cargas predeterminadas permite al operador pasar sin esfuerzo a través de todas las pruebas operaciones.

El modo automático le da al operador la posibilidad de elegir entre ejecutar un patrón de prueba, introducir valores de ajuste numéricos directos.



El software DataLogger DPM3 es ahora estándar con el DPM 300 serie. DataLogger es un programa de software basado en Windows que Permite al usuario ver la velocidad del motor, el par y la potencia Pantalla, datos de "auto-grab" tan seguido como una vez por segundo, e imprimir gráficos simples y hojas de cálculo.



Fuente; Manual Power Test

#### 4. SISTEMAS DE ARRANQUE POR AIRE

El sistema de arranque de aire, para el dinamómetro modelo 35x1 de prueba de potencia, está montado al dinamómetro y proporciona el arranque necesario para arrancar un motor conectado al dinamómetro, Sistemas de arranque por aire:

- Eliminar los acumuladores, cables y el cargador requerido por un arrancador eléctrico.
- Son lo suficientemente potentes como para iniciar el arranque de motor con el toque de un botón utilizando.
- Disponible en dos tamaños para motores por encima y por debajo de 900ci.

Especificaciones:

Description	Part #	Peak Breakaway Torque** (ft-lbs)	RPM @ Max Power*	Peak HP @ 90 psi	Flow @ Max Power (SCFM)	Weight (lbs)
Single Air Starting System - PTX	63301.01	714	270	18	365	210
Dual Air Starting System - PTX	63568	714	270	18	365	315
<b>Single Air Starting System - 35/50X</b>	<b>63159.01</b>	<b>714</b>	<b>270</b>	<b>18</b>	<b>365</b>	<b>422</b>
Single Air Starting System - 35/50X	63182.01	2,635	265	66	1,700	440
Dual Air Starting System - 35/50X	63183	2,635	265	66	1,700	545
Single Air Starting System - 45X	63193.01	3,060	228	66	1,700	424
Dual Air Starting System - 45X	63223	3,060	228	66	1,700	675
Single Air Starting System - H36	73268	7,650	91	66	1,700	1,140
Dual Air Starting System - H36	1001825	7,650	91	66	1,700	1,570

\* Speed and torque ratings listed are rated at the crankshaft.

\*\* Tandem air starting systems to increase torque ratings are available on request.

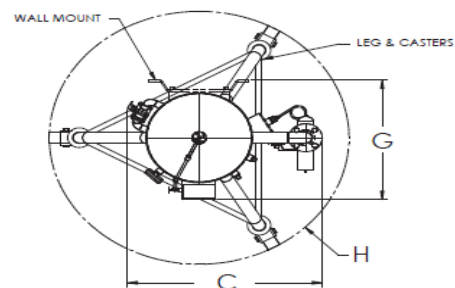
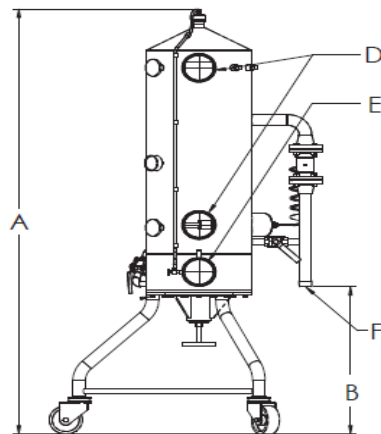
Fuente; Manual Power Test

## 5. COLUMNA DE ENFRIAMIENTO

La columna de prueba de potencia después del enfriador es regulado por presión del tanque de recirculación, que reemplaza el radiador de temperatura común encontrado la prueba de energía después del enfriador de columna:

- Mantiene la temperatura deseada del aire de admisión mientras la prueba del motores y el turbo.
- Es ajustable desde 75-135 ° C (167-275 ° F)
- Ofrece una gran temperatura analógica y manómetros.

Especificaciones:



Description	Part #	Dimensions (inches)										Empty Weight (lbs)
		A	B	C	D		E		F	G	H	
4,500 HP After Cooling Column	63585	75 3/4	26 1/4	29 1/4	5	4	4	1 1/2	21 1/4	45	340	
1,000 HP After Cooling Column	23833	85	7	25	3	-	1	2	13	32		

Fuente; Manual Power Test

## 6. SISTEMA DE CAMPANA DE ESCAPE DEL MOTOR

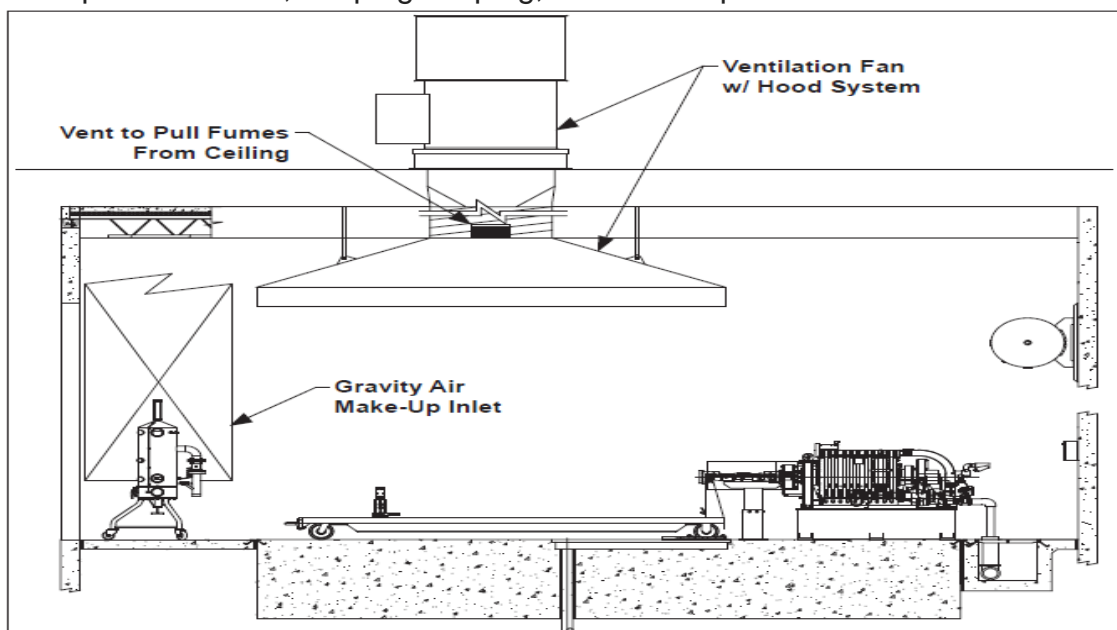
El sistema de escape del dinamómetro del motor utiliza un ventilador de extracción para extraer aire fresco de maquillaje en la habitación, ya que evacua el aire caliente y los gases de escape de la habitación.

- Campanas extractoras de chapa galvanizada 18 GA con soportes de suspensión integrados.
- Controlador de motor de frecuencia variable (VFD) con ajuste de velocidad del ventilador remoto.
- Los tamaños de la campana varían según la aplicación.
- La configuración del sistema personalizado puede incluir, pero no está limitada a, las siguientes opciones:

-Altura ajustable de la campana.

-Acero inoxidable.

Especificaciones, 16 pulg x 8 pulg, Numero de parte 14237

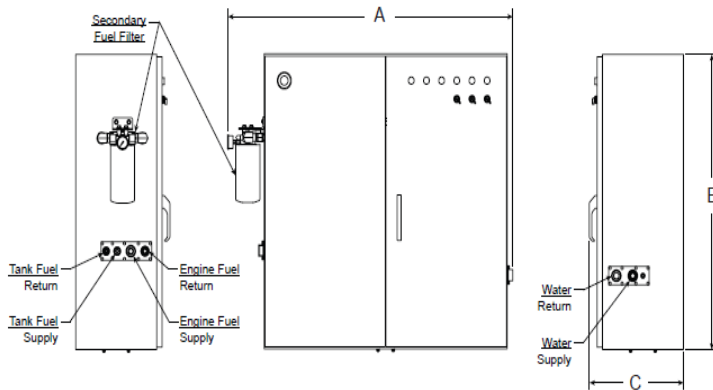


Fuente; Manual Power Test

## 7. SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Este sistema mide con precisión la tasa de consumo de combustible y analiza continuamente la calidad del combustible durante las pruebas.

- Sistema de flujo cerrado
- Intercambiador de calor integrado para enfriar combustible de retorno y mantener la temperatura de suministro.
- Nominal para pruebas continuas de motores hasta 8.000 HP (5.884 kW), dependiendo del modelo
- Sistema de cebado de combustible incluido para facilitar el arranque del motor
- Medidor de Flujo Coriolis de alta precisión: 0,25% FS
- El gabinete montado en la pared incluye; Filtro de combustible secundario.
- Diseñado para combustible diesel que contenga menos de 1,0% en peso (10.000 ppm) de azufre.



Description	Engine Fuel Port Size (inches)		Tank Fuel Port Size (inches)		Water Port Size (inches)		Cabinet Dimensions (inches)		
	Supply	Return	Supply	Return	Supply	Return	A	B	C
Vol. Flow 3,150 HP	1	3/4	1/2	1/2	1	1	44 7/16	48	17 1/16
Vol. Flow 6,000 HP	1 1/4	1	3/4	3/4	1 1/4	1 1/4	56 3/8	48	18 5/8

Description	Engine Fuel Port Size (mm)		Tank Fuel Port Size (mm)		Water Port Size (mm)		Cabinet Dimensions (mm)		
	Supply	Return	Supply	Return	Supply	Return	A	B	C
Vol. Flow 2349 kW	25	19	13	13	25	25	1129	1220	434
Vol. Flow 4475 kW	32	25	19	19	32	32	1432	1220	473

Fuente; Manual Power Test

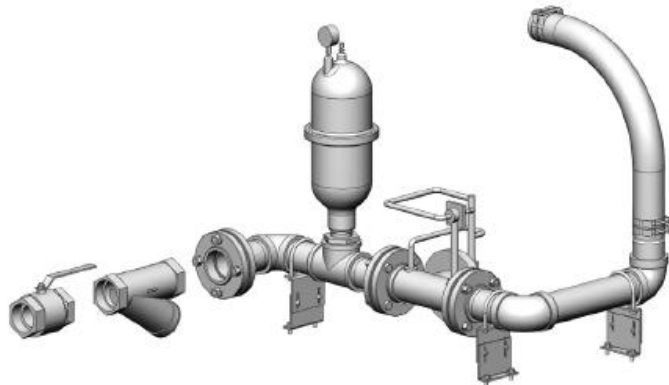


## 8. SISTEMA DE REGULACIÓN DE PRESIÓN DE AGUA

El regulador de presión de agua de prueba de potencia, el sistema regula la presión del agua de la instalación y amortigua el pico de agua.

Regulación de la presión del agua Características del sistema:

- Regula el agua entrante de la instalación presión hasta 125 PSI (862 kPa) máximo.
- Soporte de dinamómetro y soporte de pared versiones disponibles.
- Válvula reguladora de agua ajustable controlará la presión del agua de salida dinamómetro de 20 a 65 PSI (138 a 448 kPa).
- Acumulador de aire utilizado para amortiguando los efectos del martillo de agua.



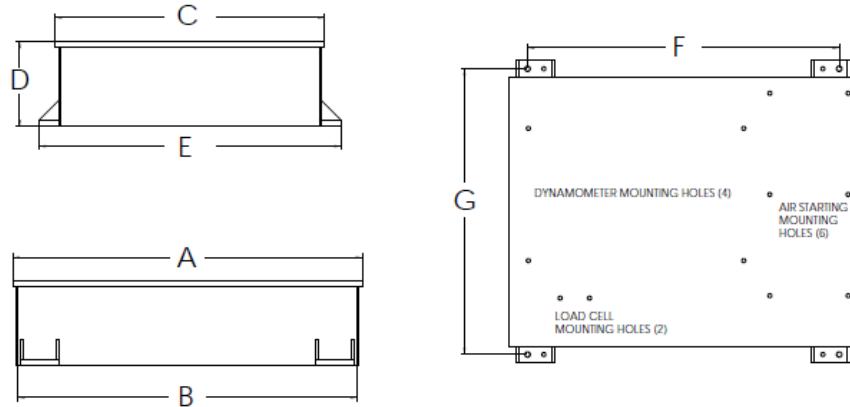
Fuente; Manual Power Test

## 9. PLATAFOMA SUB-BASE DE ACERO DE DINAMÓMETRO - SERIE 35X 32 "(813MM) ALTURA DE LA LÍNEA CENTRAL

La sub-base de prueba de potencia es una plataforma de montaje del dinamómetro y accesorios, proporciona la altura de la línea central del dinamómetro.

Altura de la línea central del motor en un carro. Sub-bases:

- Superficie de montaje mecanizada de precisión
- Acomode el montaje del dinamómetro, sistema de arranque opcional y accesorios
- Están disponibles en estándar y personalizado.



Description	Part #	Dimensions - inches (mm)							Weight lbs (kg)
		A	B	C	D	E	F	G	
Sub-base - 35X03 - 32CL	63141.03	47 1/2 (1207)	46 1/2 (1181)				41 3/4 (1061)		1,010 (459)
Sub-base - 35X04 - 32CL	63141.04	50 1/2 (1283)	49 1/2 (1258)	41 1/4 (1048)	13 (330)	46 1/4 (1175)	44 3/4 (1137)	43 3/4 (1111)	1,060 (481)
Sub-base - 35X05 - 32CL	63141.05	53 1/2 (1359)	52 1/2 (1334)				47 3/4 (1213)		1,110 (504)
Sub-base - 35X06 - 32CL	63141.06	56 1/2 (1435)	55 1/2 (1410)				50 3/4 (1289)		1,160 (527)

Se está seleccionando la primera fila horizontal, con numero de parte 63141.03

Fuente; Manual Power Test

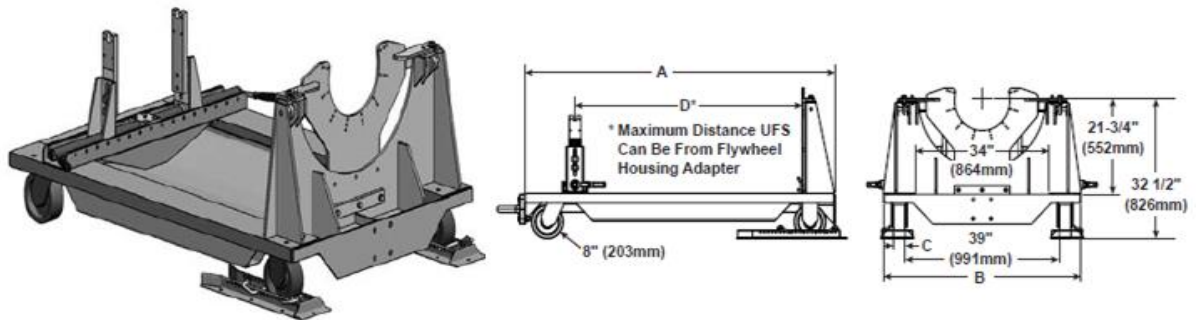
## 10. SISTEMA DE PLATAFORMA DE RUEDAS PARA EL MOTOR

Prueba de potencia Sistema de carro con ruedas proporciona una plataforma estable y portátil para la colocación de un motor en preparación y pruebas.

Sistema del carro del motor de la rueda:

- Incluye ángulos de guía del carro, soporte delantero (UFS) y volante adaptadores de alojamiento
- Revestimiento de acero estructural resistente.
- Están equipadas con poliuretano

\* Ruedas giratorias con ruedas que protegen y ayudan a minimizar las vibraciones.



Description	Part #	Dimensions - inches (mm)				Capacity lbs (kg)	Weight lbs (kg)
		A	B	C	D		
Engine Cart 10K 78" L	63491.078	78 3/4 (2000)	50 (1270)	3 (76)	58 1/4 (1480)	10,000 (4536)	774 (351)
Engine Cart 10K 96" L	63491.096	96 3/4 (2457)	50 (1270)	3 (76)	76 1/4 (1937)	10,000 (4536)	855 (388)
Engine Cart 10K 120" L	63491.120	121 (3073)	50 (1270)	3 (76)	100 1/4 (2546)	10,000 (4536)	963 (437)
Engine Cart 20K 96" L	63492.096	96 3/4 (2457)	58 (1473)	4 (102)	76 1/4 (1937)	20,000 (9072)	1,281 (581)
Engine Cart 20K 120" L	63492.120	121 (3073)	58 (1473)	4 (102)	100 1/4 (2546)	20,000 (9072)	1,493 (677)
Engine Cart 20K 136" L	63492.136	137 (3480)	58 (1473)	4 (102)	116 1/4 (2953)	20,000 (9072)	1,565 (710)
Engine Cart 30K 136" L	63493.136	137 (3480)	64 (1626)	9 (229)	116 1/4 (2953)	30,000 (13608)	2,031 (921)
Engine Cart 30K 148" L	63493.148	149 (3785)	64 (1626)	9 (229)	128 1/4 (3257)	30,000 (13608)	2,085 (946)

Fuente; Manual Power Test

Se está seleccionando el modelo 10K 78" L con una capacidad de 4536 kg.



Fuente; Manual Power Test

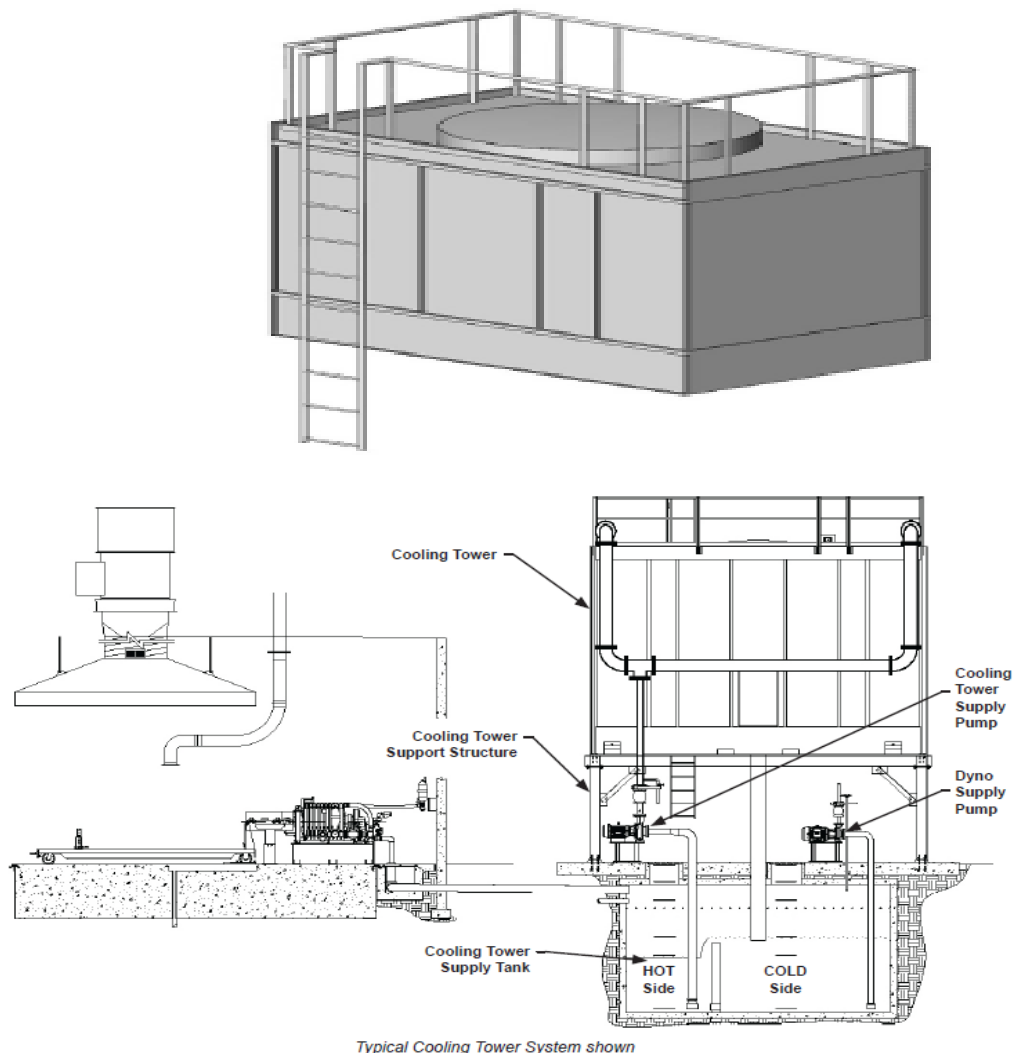
## 11. TORRE DE ENFRIAMIENTO. -

La torres de enfriamiento se utilizan en conjunción mediante el direccionamiento para disipar el calor de las prueba del dinamómetro.

Torre de enfriamiento:

- Transfiere calor a la atmósfera mediante evaporación.
- Disponible en una variedad de tamaños y configuraciones personalizadas dependiendo de la Ubicación y pruebas.

Con una capacidad de 5000 litros



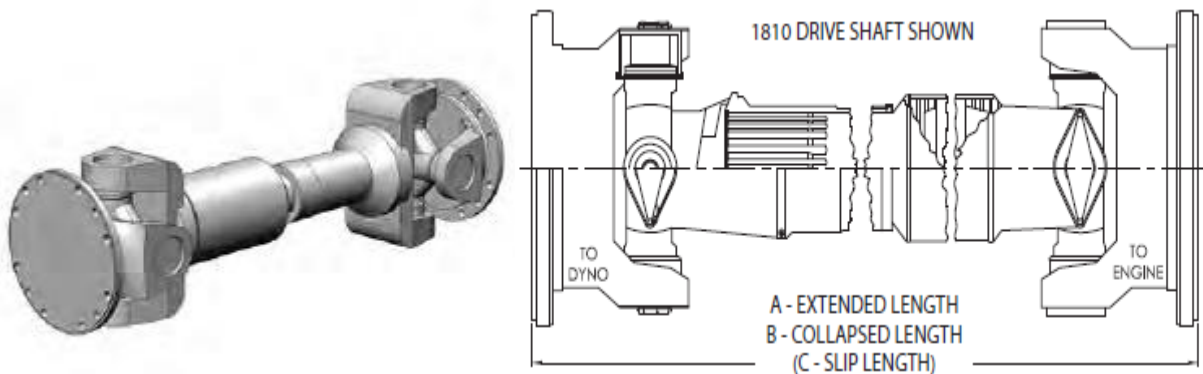
Fuente; Manual Power Test

## 12. EJE DE TRANSMISIÓN UNIVERSAL

El eje de mando se utiliza para conectar el motor al dinamómetro. Una sola unidad puede alojar una amplia gama de motores.

Ejes de accionamiento:

- Longitudes ajustables para permitir profundidades variables de la volantes del motor
- Permitir una desalineación paralela entre el motor y el dinamómetro
- Están disponibles en una variedad de capacidades
- \* Los ejes de transmisión de la articulación (cardán) se usan comúnmente



43087 1810 Drive Shaft shown

Especificaciones;

Description	Part #	Dimensions - inches (mm)			Max Torque* ft-lbs (Nm)	Max RPM*	Weight lbs (kg))
		A	B	C			
1410 Drive Shaft	43938	24 3/8 (620)	21 1/2 (546)	2 7/8 (74)	1,500 (2034)	5,000	16 (7)
1610 Drive Shaft	43694	24 3/8 (620)	21 1/2 (546)	2 7/8 (74)	3,650 (4949)	4,500	46 (21)
1610 Drive Shaft	43217	31 1/2 (800)	27 (686)	4 1/2 (115)	3,650 (4949)	4,500	49 (23)
1810 Drive Shaft	43087	31 5/8 (804)	28 1/4 (718)	3 3/8 (86)	6,500 (8813)	4,500	101 (46)
1910-12K Drive Shaft	43259	37 1/2 (953)	32 (813)	5 1/2 (140)	12,000 (16270)	2,500	166 (76)
1910-18K Drive Shaft	43784	35 1/2 (902)	31 1/2 (800)	4 (102)	18,000 (24405)	2,500	200 (91)

Fuente; Manual Power Test

## 13. ACOPLAMIENTO RESISTENTE A LA TORSIÓN MONTADO EN DINAMÓMETRO.

El acoplamiento resistente torsional se utiliza cuando se prueba un motor, proporcionando amortiguación, absorbiendo vibraciones de torsión de alta

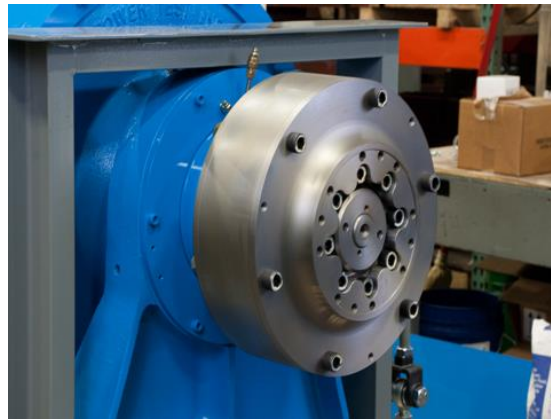
amplitud y minimizando la transmisión al dinamómetro.

Acoplamientos:

- Permite la prueba de muchos tamaños de motor usando un dinamómetro
- Permite el ajuste de la torsión, rigidez para cumplir con los requisitos de la prueba.
- Permite probar motores grandes (por encima de 2.500 ftlbs) Sin cambiar los acoplamientos
- Acoplamiento del adaptador de la placa de accionamiento (p / n:

63087)

\* Para valores de par por debajo de 2.500 ft-lbs, Los acoplamientos de prueba torsionalmente elásticos utilizan un latón anillo de desgaste que proporciona un rodamiento renovable en la superficie para el acoplamiento de conexión flexible.



Especificaciones;

Description	Part #	Max. Unlocked Torque (ft-lbs)	Drive Plates Supplied (SAE)			Max. Locked Torque (ft-lbs)	Max RPM	Weight (lbs)
			1610	1810	1910			
TR Coupling - 35X	1023317.01	2,500			X	7,206	4,000	161
TR Coupling - 35X	1023317.02	2,500	X	X		7,206	4,000	181
TR Coupling - 35X	1023317.03	2,500	X	X	X	7,206	4,000	201
TR Coupling - 45X	1023384.01	2,500			X	15,000	4,000	158
TR Coupling - 45X	1023384.02	2,500	X	X		15,000	4,000	178
TR Coupling - 45X	1023384.03	2,500	X	X	X	15,000	4,000	198

Fuente; Manual Power Test

**COSTO DE INVERSIÓN Y CÁLCULO DEL COSTO DE SERVICIO DE EVALUACIÓN  
CON DINAMOMETRO**

**ANEXO 16**

**COSTO DE INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACION DE UN DINAMOMETRO**

**COSTOS DE INVERSION DE LA INSTALACION DEL DINAMOMETRO**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>INVERSION (S/.)</b>
1	Dinamómetro Hidráulico y sus componentes mecánicos	74400
2	Electrónica de control de freno y acelerador	1860
3	Software informático	3720
4	Material Eléctrico	3100
5	Módulos de adquisición	1860
6	ordenador y periféricos	5270
7	Mesa y Silla para sala de control	1550
8	Sondas de temperatura , presión humedad relativa	2325
9	Aire acondicionado	2480
10	Bancada para el freno y el motor	3410
11	Bloques silenciosos	2604
12	Polipasto y estructura	3720
13	sistema de detección de incendios	2170
14	Instalación eléctrica	4650
15	instalación hidráulica	3410
16	depósito de agua motor	1860
17	depósito de combustible	2480
18	Torre de refrigeración	3875
19	sistema de ventilación de la sala de pruebas	2015
20	silenciador para los gases de escape	1550
21	transporte	1550
22	Puesta en marcha y capacitación	1550
<b>TOTAL</b>		<b>S/. 131,409.00</b>

**EVALUACION ECONOMICA**

Fuente; Elaboración propia

La Evaluación Económica del presente estudio será proyectado tomando como base a la unidad monetaria que es el sol (s/.), suponiendo que la estructura de precios relativos vigentes se mantiene en el futuro, se considera un horizonte de 5 años.

A continuación se presentarán los principales criterios económicos que nos permitirán determinar la rentabilidad del proyecto

**a) VALOR ACTUAL NETO (VAN)**

El Valor Actual Neto de un Proyecto se obtiene sumando sus Beneficios Netos anuales actualizados a una determinada tasa:

$$VAN = BN_0 + \frac{BN_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{BN_n}{(1+i)^n} = \sum_{J=0}^{J=n} \frac{BN_J}{(1+i)^J}$$

Donde:

BN<sub>n</sub> = Beneficios Neto Anual desde J = 0, hasta J = n

i = Tasa de actualización

n = Vida Útil

Un proyecto será considerado rentable si su VAN > 0. Si su VAN = 0, esto significa que dicho proyecto recupera sólo su inversión por lo tanto es indiferente para la Empresa Ferreyros S.A implementarlo o no. Si su VAN es negativo, esto significa que dicho proyecto no es conveniente.

Se considera una tasa de descuento promedio en moneda nacional, 11 %.

**b) COEFICIENTE BENEFICIOS – COSTOS (B/C)**

Este criterio se define como la relación entre los Beneficios y los Costos del Proyecto.

Si el coeficiente B/C es menor que uno, se debe rechazar el proyecto. Si es igual a uno, sería indiferente aceptar o rechazar el proyecto en cuestión. Y si es mayor que 1 el Proyecto es Rentable y beneficioso para la Institución.

El índice B/C tiene relación directa con el VAN, por lo que el uso de esos valores proporciona los mismos resultados acerca de la decisión sobre la



rentabilidad de un proyecto. Sin embargo, la utilización del índice B/C permita visualizar la productividad de la inversión comprometida.

Su representación matemática es:

$$B/C = \frac{\sum_{J=0}^{J=n} \frac{B_J}{(1+i)^J}}{\sum_{J=0}^{J=n} \frac{C_J}{(1+i)^J}}$$

Dónde:

$B_J$  = Beneficios

$C_J$  = Costos

$i$  = Tasa de actualización

$n$  = Vida útil del proyecto

### c) TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La tasa interna de retorno se obtiene de la siguiente manera:

$$0 = BN_0 + \frac{BN_1}{(1+i)^1} + \frac{BN_n}{(1+i)^n}$$

Dónde:

$BN_n$  = Beneficios Neto Anual desde  $J = 0$ , hasta  $J = n$

$i$  = Tasa interna de retorno

$n$  = Vida Útil

Un proyecto será considerado rentable si su TIR > tasa de descuento. Si su TIR < tasa de descuento, esto significa que dicho proyecto no es rentable.

EVALUACION DE MOTOR EN DINAMOMETRO							
COSTO * MOTOR		S/. 980.00	VENTA * MOTOR		S/. 1,260.00		
OPERADOR * HORA		S/. 92.33	\$28	OPERADOR * HORA		S/. 139.00	\$42.12
DETALLE	CANTIDAD	COSTO		DETALLE	CANTIDAD	COSTO	
OPERADOR	6 hrs.	S/. 554.04		OPERADOR	6 hrs.	S/. 834.00	
COMBUSTIBLE	30 gln	S/. 360.00		COMBUSTIBLE	30 gln	S/. 360.00	
LUZ		S/. 20.00		LUZ		S/. 20.00	
AGUA		S/. 8.00		AGUA		S/. 8.00	
TRAPO		S/. 38.00		TRAPO		S/. 38.00	
		S/. 980.04				S/. 1,260.00	

DATOS PARA EL ANALISIS ECONOMICO	
COSTO DE VENTA DE LA EVALUACIÓN CON DINAMOMETRO (S/.)	1260
COSTO DE PRODUCCIÓN DEL SERVICIO DE DINAMOMETRO(S/.)	980
TASA DE DESCUENTO	11%

ANALISIS INCREMENTAL EN SOLES (S/.)						
RUBRO/PERIODO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
PROYECCIÓN DE N°. MOTORES REPARADOS (ANEXO 07)		135.00	142.00	149.00	180.00	217.00
<b>INGRESOS</b>	<b>0.00</b>	<b>170100.00</b>	<b>178920.00</b>	<b>187740.00</b>	<b>226800.00</b>	<b>286560.90</b>
INGRESOS POR VENTAS (SERVICIO DINAMOMETRO)		170100.00	178920.00	187740.00	226800.00	273420.00
VALOR DE RESCATE						13140.90
<b>EGRESOS</b>	<b>131409.00</b>	<b>132300.00</b>	<b>139160.00</b>	<b>146020.00</b>	<b>176400.00</b>	<b>212660.00</b>
COSTO DE PRODUCCION( SERVICIO DE DINAMOMETRO)		132300.00	139160.00	146020.00	176400.00	212660.00
INVERSION (EQUIPOS, INSTALACION Y PRUEBAS)	131409.00					
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>-131409.00</b>	<b>37800.00</b>	<b>39760.00</b>	<b>41720.00</b>	<b>50400.00</b>	<b>73900.90</b>

Fuente; Elaboración propia

## INDICADORES ECONOMICOS

SUMATORIA DE FLUJOS ANUALES	S/. 173,886.09
INVERSION	S/. 131,409.00
VALOR ACTUAL NETO - VAN	S/. 42,477.09
TASA INTERNO DE RETORNO - TIR	22%
RELACION BENEFICIO-COSTO (B/C) Prod. Inv	1.32

## PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION

PERIODO	CAJA INCREMENTAL	FLUJO ACUMULADO
AÑO 1	S/. 37,800.00	S/. 37,800.00
AÑO 2	S/. 39,760.00	S/. 77,560.00
AÑO 3	S/. 41,720.00	S/. 119,280.00
AÑO 4	S/. 50,400.00	S/. 169,680.00
AÑO 5	S/. 73,900.90	

### Cuadro N° 09.- PERIODO DE RECUPERACION DE INVERSIÓN

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro N° 09, el tiempo de recuperación de la inversión se ha calculado en 3 años 2 meses y 22 días.

## COTIZACIÓN DE DINAMÓMETRO


Gmail ▾


← [📧] [🔔] [🗑️] Mover a Recibidos [📎] Más ▾

---

**REDACTAR** Cotización de Dinamometro para Motores Diesel 🖨️ 📧

Recibidos (1)  
Destacados  
Enviados  
Borradores (2)  
Más ▾


 Yordan ▾ 🔍


 **Yordan Astuyauri Saavedra** <yordan.astuyauris@gmail.com> 28 oct. ☆ ↩️ ▾  
para info ▾  
Buenas días  
Estimados  
Por favor su gran apoyo, se requiere la cotizacion de un Dinamometro para motores diesel  
Para realizar pruebas a motores de 100 HP a 600 HP  
Att,  
Yordan Astuyauri.  
Saludos.

---

**REDACTAR** Dinamómetro para motores Diesel Recibidos x 🖨️ 📧


Recibidos (1)  
Destacados  
Enviados  
Borradores (2)  
Más ▾

 Yordan ▾ 🔍

 **Mariano Sáenz** <mariano@saenzdynos.com.ar> 31 oct. ☆ ↩️ ▾  
para mí ▾  
Yordan, de acuerdo a lo conversado por teléfono, le adjunto cotización del dinamómetro AT2 con todos los elementos necesarios para su funcionamiento. Queda por supuesto la partes de instalación y acondicionamiento de la sala de ensayo para la cual le podemos brindar todo el apoyo que requieran con planos y recomendaciones. También estamos disponibles para viajar cuando ustedes lo requieran ya sea para la puesta en marcha o para proyectar la instalación.  
Aguardo sus comentarios, saludos.  
Ing. Mariano Sáenz  
Dinámómetros Sáenz  
V. Montes 3854 - Mar del Plata - Argentina  
Tel: (54223) 4106844  
[www.saenzdynos.com.ar](http://www.saenzdynos.com.ar)

## ANEXO 17


### COTIZACION DE UN DINAMOMETRO MARCA SAENZ –INDUSTRIA ARGENTINA.

		Victoriano Montes 3854 (7600) Mar del Plata - Argentina Tel: 0054-223-4106844/32 saenz@saenzdynos.com.ar	Fecha 31/10/2016 411 - 2016
Nombre: Yordan Astuyauri Saavedra email: yordan.astuyauris@gmail.com		Ciudad / País: Perú Teléfono: 051-994775469	
	Descripción		Precio
1	<b>Freno dinámico Sáenz ATZ con base de freno</b> Capacidad: 600hp a 1500rpm Freno hidráulico de 2 rotores 430mm de diámetro sobre bancadas oscilantes Eje SAE 4140 95mm con bridas en cono de 3° Descargas de agua individuales para cada cara de rotor Sellos hidráulicos para alta presión de agua Bancadas Oscilantes Base con bates de agua revestida con resina epoxi Eje cardánico Spicer serie 1710 con protector		\$ 14.300,00
1	<b>Mecanismo de arranque con motor eléctrico (25 HP 1400 rpm)</b>		\$ 3.500,00
1	<b>Consola de Comando y control</b> Construida con tablero y mesada de acero inoxidable Llaves de comando con luz testigo para todo el entorno del dinamómetro, Válvula de control de freno, monitor LED 22"		\$ 1.750,00
1	<b>Base móvil universal de motores</b> Con ruedas, sistema de fijación y centrado de motor con acoples rápidos Dos torres regulables y soporte trasero universal de motor Capacidad: 800kg		\$ 2.200,00
1	<b>Intercambiador de calor de mezcla para refrigeración del motor</b> Capacidad 600CV		\$ 1.420,00
1	<b>Equipo SMAC de adquisición de datos</b> Sistema de medición de Potencia, Torque y RPM con tres canales auxiliares para todo tipo de sensores. Transferencia de datos por fibra óptica y conexión USB 2 Celdas de carga y 2 sensores inductivos de rpm (un juego de repuesto) Software de adquisición para entorno Windows		\$ 1.500,00
<b>Opcionales (valores no incluidos en la suma total)</b>			
1	Central barométrica para corrección de potencia.	\$ 300,00	
1	Sensor de temperatura de aceite.	\$ 130,00	
1	Sensor de temperatura de agua.	\$ 130,00	
1	Sensor de presión de aceite.	\$ 290,00	
1	Sensor de temperatura de gases de escape	\$ 130,00	
1	Sensor de Blow-by	\$ 180,00	
1	<b>Módulo de ampliación del SMAC</b> 7 canales disponibles para todo tipo de sensores	\$ 650,00	
<b>Total</b>			<b>\$ 24.670,00</b>
Condiciones de pago: Seña 25% saldo previo al despacho / entrega Plazo de entrega: 60 días Condición de venta: EXW Mar del Plata Por consultas dirigirse a: Ing. Mariano Saenz La compra del dinamómetro incluye nuestra visita para la puesta en marcha Valotres expresados en dólares estadounidenses			

Fuente: Empresa SAENZ

## ANEXO 18

### COTIZACIÓN DE ACCESORIOS DE DINAMÓMETRO MARCA SAENZ –INDUSTRIA ARGENTINA.

		Victoriano Montes 3854 (7000) Mar del Plata - Argentina Tel: 0054-223-4106844/32 saenz@saenzdynos.com.ar	Fecha 31/10/2016 411 - 2016
Nombre: Yordan Astuyauri Saavedra email: yordan.astuyauris@gmail.com		Ciudad / País: Perú Teléfono: 051-994775469	
	Descripción		Precio
1	Electrónica de control de freno y acelerador		\$ 547,00
1	Software informático		\$ 1094,00
1	Material Eléctrico		\$ 911,00
1	Módulos de adquisición		\$ 547,00
1	Ordenador y periféricos		\$ 1550,00
1	Mesa y Silla para sala de control		\$ 455,00
1	Sondas de temperatura , presión humedad relativa		\$ 683,00
1	Aire acondicionado		\$ 729,00
1	Bancada para el freno y el motor		\$ 1002,00
1	Bloque silencioso		\$ 765,00
1	Polipasto y estructura		\$ 1094,00
1	Sistema de detección de incendios		\$ 638,00
1	Instalación eléctrica		\$ 1367,00
1	Instalación hidráulica		\$ 1002,00
1	Depósito de agua motor		\$ 547,00
1	Depósito de combustible		\$ 729,00
1	Torre de refrigeración		\$ 1139,00
1	Sistema de ventilación de la sala de pruebas		\$ 592,00
1	Silenciador para los gases de escape		\$ 455,00
1	Transporte		\$ 455,00
1	Capacitación		\$ 455,00
	<b>Total</b>		<b>\$ 16.756,00</b>
Condiciones de pago: Señala 25% saldo previo al despacho / entrega Plazo de entrega 60 días. Condición de venta: EXW Mar de Plata. La compra del dinamómetro incluye nuestra visita para la puesta en marcha. Valores expresados en dólares estadounidenses.			

Fuente: Empresa SAENZ

**COMPARACIÓN DE PERFILES DE EMISIONES VEHICULARES  
EN TÚNEL Y EN DINAMÓMETRO**

Elizabeth VEGA R.<sup>1</sup>, Violeta MUGICA A.<sup>2</sup>, Luis DÍAZ G.<sup>1</sup> y Felipe RAMOS L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Mexicano del Petróleo, Eje Central Lázaro Cárdenas Núm. 152. Col. San Bartolo Atepehuacan. Delegación Gustavo A. Madero 07730, México, D.F., tel.: (52) 5333-6867, fax: (52) 5587-7988, correo electrónico: evega@www.imp.mx

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Azcapotzalco, 02200 México, D.F.

*(Recibido junio 1998, aceptado febrero 2000)*

Palabras clave: compuestos orgánicos volátiles, perfiles de emisión, fuentes vehiculares, dinamómetro, túnel

**RESUMEN**

En el inventario de emisiones de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México se adjudica a la flota vehicular la fuente principal de emisión de compuestos orgánicos volátiles y de óxidos de nitrógeno que son precursores en la formación de ozono. En 1996 se llevaron a cabo diversas pruebas en dinamómetro para caracterizar las emisiones de vehículos de diferentes marcas y modelos. Asimismo, se realizó una campaña de muestreo en un túnel de la Ciudad de México con el objeto de determinar el perfil de emisiones de una flota vehicular representativa de las condiciones reales de manejo. Se encontró que los resultados de ambos estudios fueron complementarios ya que los dos presentaron ventajas y al compararlos se demostró que los compuestos más abundantes en los dos perfiles determinados fueron los relacionados con la combustión de vehículos y la composición de las gasolinas.

Key words: volatile organic compounds, source profiles, vehicular sources, dynamometer, tunnel

**ABSTRACT**

The Mexico City Metropolitan Zone emission inventory reports that the vehicular fleet is the major source of volatile organic compounds as well as nitrogen oxides, which are the ozone precursors. In 1996 several dynamometer tests were carried out to characterize the vehicular emissions of different distributors and models. In the same way, a sampling campaign was carried out to determine a representative vehicular fleet under real driving conditions. It was found that the results from both studies were complementary as both of them had advantages and when comparing them in the two profiles it was found that the most abundant compounds were those related to vehicular combustion and to the gasoline composition.

**INTRODUCCIÓN**

El ozono (O<sub>3</sub>) es, en la actualidad, el principal problema de contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), ya que se ha informado que la norma de 0.11 ppm (1 hora) se excede en más del 90% de los días del año (DDF 1996). El ozo-

no proviene de complejas y numerosas reacciones entre compuestos orgánicos volátiles (COV) y óxidos de nitrógeno (NOx) en presencia de la luz solar, que se conocen como fotoquímicas. El ozono a diferencia de los contaminantes primarios no se emite directamente.

En los últimos años se ha observado que las fuentes móviles son las que más contribuyen a la formación de



*Testing bench design for characterizing internal combustion engines and electric motors*

Diseño de un banco de pruebas para caracterizar motores de combustión interna y eléctricos

**Luisa Mónico<sup>1</sup>, Mayra Bogotá<sup>2</sup>, Christian Casas<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>lmonico(AT)usbbog.edu.co, <sup>2</sup>mbogota(AT)academia.usbbog.edu.co, <sup>3</sup>cccasas(AT)academia.usbbog.edu.co  
Universidad de San Buenaventura. Bogotá - Colombia

Artículo de Investigación

**Abstract**

*Over the past few years, electric motors have taken significant importance in the aeronautical and automotive industry due to their low operating cost and high mechanical performance. Meanwhile, despite the large amount of emissions produced, alternative engines are highly used as a result of the great amount of torque and power delivered. The engine operating characteristic curves should be obtained with the aim of understanding the overall performance of electric motors and alternative engines. To achieve this objective, the engines are mounted on a test bench, hence obtaining torque and power variation as a function of the rpm. This document presents the design of a test bench that is coupled to a Prony brake. The two engines to be tested are the Gasbike Storm y Turnigy Rotomax 80cc engines, which are going to be used to power a vehicle in the Shell Eco-Marathon competition.*

*Keywords: Testing bench, Prony brake, characteristic curves.*

**Resumen**

El uso de motores eléctricos en la industria aeronáutica y automotriz ha tomado gran importancia en los últimos años debido a su bajo costo de operación y altas prestaciones mecánicas. Por su parte, los motores de combustión interna alternativos, continúan siendo empleados debido a los altos valores de par y potencia que alcanzan, a pesar de los elevados niveles de emisiones contaminantes que producen. Para un completo entendimiento del funcionamiento de los motores eléctricos y de combustión interna, es indispensable contar con las curvas características de operación de cada uno de estos. Para la obtención de estas curvas, los motores normalmente son instalados en bancos de pruebas, los cuales permiten conocer la variación del par, potencia, entre otros, en función de las RPM del motor. En este documento se describirá el diseño de un banco de pruebas acoplado a un sistema de freno tipo Prony. Los motores a probar inicialmente son el Gasbike Storm y Turnigy Rotomax 80cc los cuales serán instalados en el vehículo de la competencia EcoShell Marathon.

Palabras clave: Banco de pruebas, freno Prony, curvas características.

© 2016. IAI All rights reserved

*Citación*

Mónico, L., Bogotá, M. and Casas, C. 2016. Diseño de un banco de pruebas para caracterizar motores de combustión interna y eléctricos. Actas de Ingeniería 2, 194-202.

**MEDICION DE PAR MOTOR EN EL EJE DE SALIDA DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA ALTERNATIVO**

**Measurement of torque in the output shaft of an alternative motor of internal combustion**

**RESUMEN**

Este artículo muestra el diseño, construcción e implementación de un sistema para la medición de Torque en el eje de salida de un motor de combustión interna.

Para este proyecto se empleó un motor de combustión interna alternativo a gasolina, un dinamómetro hidráulico, una celda de carga y un sistema de instrumentación para recoger y acondicionar las señales; el motor se hace girar a distintas revoluciones y a diferentes regímenes de carga, para luego obtener la curvas Torque versus RPM y Potencia versus RPM.

**PALABRAS CLAVES:** Medición de torque, *MCIA*, Dinamómetro Hidráulico, celda de carga.

**ABSTRACT**

*This paper presents the design, construction and implementation of a system for torque measurement (motor System - Dynamometer) to motors of internal combustion engine. For this project, internal combustion alternative motor, a brake and a load cell have been used; the motor rotates with different revolutions, to obtain after the torque versus RPM and Power versus RPM curves.*

**CARLOS A. MONTILLA M**

Ingeniero Mecánico, M Sc.

Profesor Auxiliar

Universidad Tecnológica de Pereira

cmontilla@utp.edu.co

**JUAN FELIPE ARROYAVE**

Ingeniero Mecánico, M. Sc.

Profesor Especial

Universidad Tecnológica de Pereira

jfa@utp.edu.co

**ANDRES JULIAN CORREA**

Tecnólogo Mecánico

Universidad Tecnológica de Pereira

**JUAN PABLO CARDONA**

Tecnólogo Mecánico

Universidad Tecnológica de Pereira