

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UN BANCO
DE PRUEBAS DINAMOMÉTRICO**

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniero Ejecución en
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumno:

Alejandro Espinoza Salgado

Profesor Guía:

Ing. Carlos Baldi González

2012

RESUMEN

Keywords: Banco dinamométrico - Prefactibilidad

La presente tesis consiste en el desarrollo de un plan de inversión para la adquisición e instalación de un banco de pruebas dinamométrico para mejorar la capacidad de pruebas de motores, permitiendo hacer el rodaje a motores que se reparan efectuando pruebas de carga asegurando su operatividad y disponibilidad una vez instalados en los equipos, y así ofrecer un servicio al cliente óptimo y de alta tecnología.

Se pretende orientar las decisiones para tomar el plan de inversión, con la entrega de información que ayude a llevar a cabo el proyecto logrando además una mejor rentabilidad en una empresa de la línea de reparación de motores.

La implementación de un banco de pruebas, está constituido por varios pasos, los cuales deben seguirse para optimizar la entrega de un motor reparado o ajustado a sus especificaciones del fabricante. Las pruebas deben ser eficientes y para ello se deben tomar en cuenta los factores que contribuyen a su mejoramiento; para que sea de calidad, se necesita una guía, tener tecnología reciente en lo que respecta a las herramientas, maquinaria, equipo, documentación y preparación.

Otro aspecto importante, es tener un área organizada para las instalaciones del banco de pruebas de motores de combustión interna, para obtener el espacio necesario para la realización de las pruebas o expansión futura si aumentan las capacidades.

La instalación de un banco de pruebas dinamométrico, tiene como propósito simular una carga precisa, variable y dinámica con el fin de medir presiones, temperaturas, hp, rpm, torque del motor y así comparar estos datos, con los estipulados por el fabricante.

En conjunto con esto, se puede realizar tanto una inspección de fugas de aceite, combustible y agua, como verificar apriete de tuercas y mecanismos.

Para esto, se debe considerar un levantamiento que involucre el suministro, fabricación e instalación de implementos para el buen funcionamiento del Dinamómetro.

Además de los estudios correspondientes, los cuales dependerán el buen resultado de este proyecto.

La tesis consta de 5 capítulos en la que se estudiaron distintos tópicos según la importancia que reportaran al estudio.

El capítulo 1 hace referencia a una descripción genérica de los antecedentes de un banco de de pruebas dinamométricos, que para este estudio se selecciono un dinamométrico de la marca Power Test, Inc. modelo 35X, de una gama de otros que se

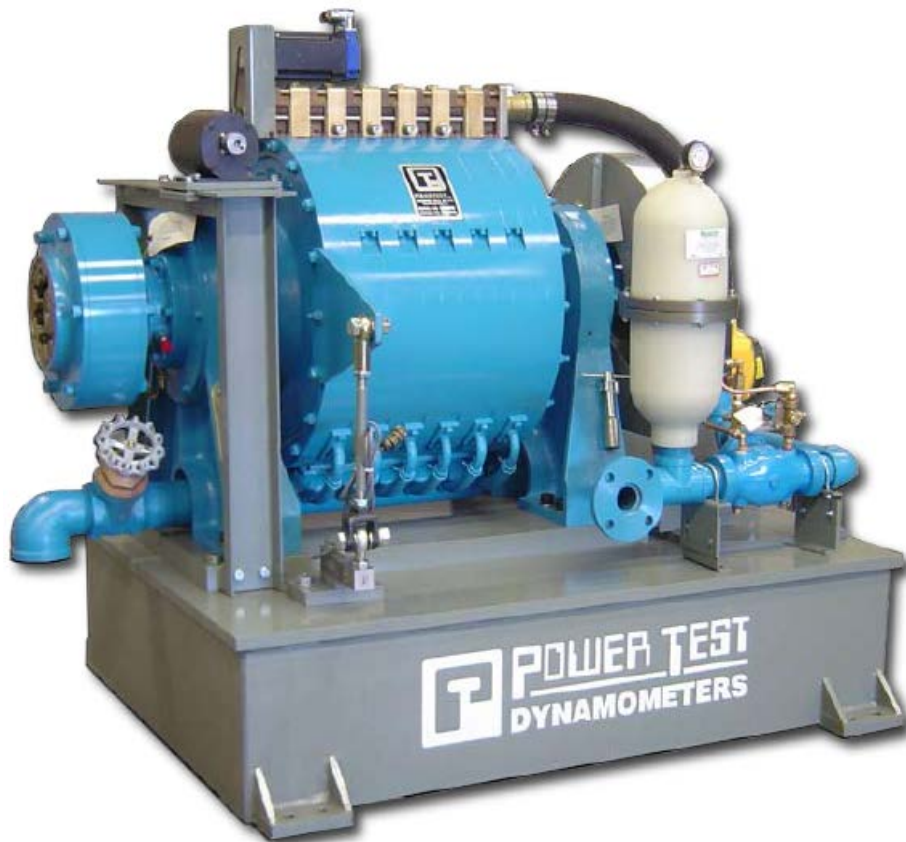
ofrecen en el mercado, sus especificaciones técnicas y equipos adicionales que son necesarios para operar el sistema como conjunto.

El capítulo 2 hace mención a lo que respecta a la seguridad e higiene en el banco de pruebas que es importante tener en cuenta.

El capítulo 3 describe a partir del análisis del mercado los precios que se fijaran para que los consumidores estén dispuestos a pagar por el servicio, cantidad de servicios demandados y características del servicio.

El capítulo 4 describe el funcionamiento, fabricación e instalación de elementos para la operatividad del banco y su mantenimiento.

El capítulo 5 desglosa valores por concepto de inversión, costos de ventas y un flujo caja a modo ensayo según una demanda determinada.



ÍNDICE

RESUMEN

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DEL BANCO DE PRUEBAS DINAMOMÉTRICO POWE TEST SERIE 35X06

- 1.1. OBJETIVO
- 1.2. DESCRIPCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DINAMOMÉTRICO
- 1.3. ¿QUE SON LOS FRENOS DINAMOMÉTRICOS?
- 1.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO
- 1.5. COMPONENTES DE UN BANCO DINAMOMÉTRICO
 - 1.5.1. Acelerador análogo
 - 1.5.2. Columnas de refrigeración
 - 1.5.3. Torres de enfriamiento
 - 1.5.4. Eje de transmisión cardánica
 - 1.5.5. Protector de eje de transmisión cardánica
 - 1.5.6. Carro de soporte motor
 - 1.5.7. Sistema de medición de combustible
 - 1.5.8. Tanques de almacenamiento de combustible
 - 1.5.9. Acoplamientos elásticos
 - 1.5.10. Sistema de escape de gases
 - 1.5.11. Sub-base
 - 1.5.12. Amortiguadores de torsión
 - 1.5.13. Regulador de presión de agua
 - 1.5.14. Sistema de recirculación de agua
 - 1.5.15. Estación de trabajo a distancia
 - 1.5.16. Sistema de control computacional

CAPÍTULO 2: SEGURIDAD E HIGIENE EN UN BANCO DE PRUEBAS

- 2.1. SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN EL BANCO DE PRUEBAS
 - 2.1.1. Seguridad en el banco de pruebas
 - 2.1.2. Seguridad durante las pruebas
 - 2.1.3. Señalización
 - 2.1.4. Protección en el banco de pruebas
 - 2.1.5. Manejo de productos químicos y de desechos
 - 2.1.6. Prevención de incendios

CAPÍTULO 3: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO

- 3.1. ÁREA DE ESTUDIO
- 3.2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL Y FUTURA
 - 3.2.2. Demanda futura
- 3.3. ANÁLISIS DE LA OFERTA
- 3.4. ANÁLISIS DE LOS PRECIOS
- 3.5. ANÁLISIS DE COMERCIALIZACIÓN
- 3.6. PERSPECTIVAS

CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO

- 4.1. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE MOTORES (MARCA-MODELO) QUE SE QUIEREN PROBAR EN EL BANCO
- 4.2. FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE IMPLEMENTOS PARA UN BUEN FUNCIONAMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS DINAMOMÉTRICO
- 4.3. FUNCIONAMIENTO DEL DINAMÓMETRO
- 4.4. PRECAUCIONES ANTES DE COLOCAR EN SERVICIO
- 4.5. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS PARTICULARES PARA CADA TIPO DE MOTOR
- 4.6. OPERACIÓN BÁSICA
- 4.7. CIRCUITO DE ENFRIAMIENTO
- 4.8. ACOPLAMIENTO ELÁSTICO
 - 4.8.1. Propósito
 - 4.8.2. Función
- 4.9. EJE TRANSMISIÓN CARDÁNICA
 - 4.9.1. Propósito
 - 4.9.2. Función

4.10. MANTENIMIENTO DEL DINAMÓMETRO

CAPÍTULO 5: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA

5.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.2. COSTOS POR EQUIPOS ASOCIADOS A LA MARCA POWER TEST

5.3. COSTOS POR INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO 1: PLANO DINAMÓMETRO ESCALA 1:8

ANEXO 2: SISTEMA DE VÁLVULAS REGULADORAS DE FLUJO
ESCALA 1:2

ANEXO 3: SISTEMA EJE CAR DÁNICO ESCALA 1:4

ANEXO 4: COLUMNA DE ENFRIAMIENTO ESCALA 1:8

ANEXO 5: CELDA DE CARGA ESCALA 1:4

ANEXO 6: GLOSARIO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Vista de sala de pruebas de un dinamómetro

Figura 1-2. Vista en corte de un dinamómetro

Figura 1-3. Acelerador análogo

Figura 1-4. Columna de refrigeración

Figura 1-5. Torres de enfriamiento

Figura 1-6. Eje de transmisión cardánica

Figura 1-7. Protector de eje de transmisión

Figura 1-8. Carro soporte de motor

Figura 1-9. Sistema de medición de combustible

Figura 1-10. Tanque de almacenamiento de combustible

Figura 1-11. Acoplamiento elástico

Figura 1-12. Sistema de escape de gases

Figura 1-13. Sub-base

Figura 1-14. Amortiguadores de torsión

Figura 1-15. Regulador de presión de agua

Figura 1-16. Sistema de recirculación de agua

Figura 1-17. Estación de trabajo a distancia

Figura 1-18. Sistema de control computacional

Figura 1-19. Parámetros entregados por software en monitor PC

Figura 3-1. Camión de la minería Mod. 789-B con motor CAT 3516B

Figura 3-2. Barco flota pesquera con motor Volvo Penta TMD40A

Figura 3-3. Lancha de la armada con motor MTU Serie 2000

Figura 3-4. Tanque militar Leopard con motor MTU 396

Figura 3-5. Maquinaria agrícola con motor Massey Ferguson

Figura 3-6. Camión de transporte con motor Mercedes Benz

Figura 3-7. Taller de overhoul de motores Cummins Chile

Figura 4-1. Sala de banco de pruebas y sala de control

Figura 4-2. Bloque de inercia y red piping

Figura 4-3. Torres de enfriamiento y estanques o piscinas de enfriamiento

Figura 4-4. Sala de bombas y sistema de ventilación

Figura 4-5. Sala de control

Figura 4-6. Preparación radiel para montaje del dinamómetro

Figura 4-7. Dinamómetro Power Test 35X06

Figura 4-8. Dinamómetro Power Test modelo 35X06 en corte 1:16

Figura 4-9. Conexión al motor por temperatura hacia caja de control

Figura 4-10. Conexiones de presión de motor a controlador LT

Figura 4-11. Circuito de enfriamiento

Figura 4-12. Acoplamiento elástico

Figura 4-13. Límites de torque por cantidad de gomas en corte 1:4

Figura 4-14. Partes del acoplamiento elástico en corte 1:10

Figura 4-15. Transmisión cardánica

Figura 4-16. Lubricación muñoneras por graseras

Figura 4-17. Lubricación de ejes por copas de relleno

Figura 4-18. Revisar sello de agua

Figura 4-19. Revisar pickup

Figura 4-20. Revisar articulaciones

Figura 4-21. Motor de partida neumático

Figura 4-22. Acoplamiento elástico

Figura 4-23. Lubricar eje de transmisión cardánica

Figura 4-24. Lubricar soporte frontal

Figura 4-25. Lubricar ruedas de carro transportes

- Figura 4-26. Ajustar rango de temperatura
- Figura 4-27. Limpieza de camisa de agua
- Figura 4-28. Revisar sensor de control remoto y lubricar

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1-1. Especificaciones técnicas de dinamómetros Power Test
- Tabla 1-2. Especificaciones de carga de dinamómetro modelos 35X
- Tabla 2-1. Señalización de colores
- Tabla 4-1. Motores que se arman actualmente
- Tabla 4-2. Motores que se armarán a futuro
- Tabla 4-3. Desglose de elementos y equipos del banco de pruebas
- Tabla 5-1. Cotización de productos Power Test Inc.
- Tabla 5-2. Cotización por parte de empresa contratista
- Tabla 5-3. Plan de demandas de motores
- Tabla 5-4. Costos por concepto de ventas
- Tabla 5-5. Elaboración de flujo de caja

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 1-1. Curva de absorción de dinamómetros modelos 35X
- Gráfico 3-1. Tasa de crecimiento de la producción industrial en Chile (%)

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

ASMAR	:	Astilleros y maestranzas de la armada
CO2	:	Dióxido de carbono
CPU	:	Unidad central de procesamiento
INN	:	Instituto nacional de normalización
NPT	:	Es una medida estándar americana para referirse a una rosca cónica para caños
Q	:	Unidad de volumen. Caudal es la cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo.
PC	:	Computador personal
PLC	:	Controlador lógico programable
rpm	:	Revoluciones por minuto
gpm	:	Galones por minuto
VAN	:	Valor actual neto
TIR	:	Tasa interna de retorno
US\$	:	Valor en dólares americanos
%	:	Porcentaje
\$	:	Valor en pesos chilenos

SIMBOLOGÍA

hp	:	Medida original de potencia se expresa en caballos de fuerza. Su equivalencia en el sistema de medida inglés es el hp (horsepower). Un hp es igual a levantar 75 kg. a 1 m de altura en 1 segundo.
rpm	:	Revoluciones por minuto
gpm	:	Galones por minuto
N-m	:	Unidad de medida de esfuerzo de tensión Newton metro
psi	:	Unidad de presión básica del sistema ingles. Libra fuerza por pulgada cuadrada (lb/in2)

BTU	:	Una BTU representa la cantidad de energía que se requiere para elevar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua en condiciones atmosféricas normales
Lb-ft	:	Energía que se necesita para mover una libra de peso en la distancia de un pie. Se trata de la unidad y se usa para medir la magnitud física de momento de torsión, o torque o par, principalmente para maquinas giratorias como los motores de combustión interna.
kW	:	La potencia eléctrica de los aparatos eléctricos se expresa en vatios, si son de poca potencia, pero si son de mediana o de gran potencia se expresa en kilovatios (KW) que equivalen a 1.000 vatios. Un kW equivale a 1,38954 caballos de vapor (cv).
°F	:	Es una escala de temperatura en grados Fahrenheit. La escala establece como las temperaturas de congelación y evaporación del agua, 32 °F y 212 °F, respectivamente.
°C	:	Es una escala de temperatura en grados Celsius. La escala establece como las temperaturas de congelación y evaporación del agua asignándoles originalmente valores 0 °C a 100 °C respectivamente.
m	:	Es la unidad principal de longitud del Sistema Internacional de Unidades.
m ³ /hr	:	Unidad de volumen metro cúbicos por hora
kcal/h	:	Unidad de potencia de calor.
Mca	:	Es una unidad de presión que equivale a la presión ejercida por una columna de agua pura de un metro de altura.
mm	:	Es una unidad de longitud. Es el tercer submúltiplo del metro y equivale a la milésima parte de el.
cv	:	El caballo de vapor es una unidad de medida de potencia que se define como la potencia necesaria para elevar verticalmente un peso de 75 kgf a 1 m de h en 1s.
l/min	:	Es una unidad de volumen litro por minuto.
m ³	:	Es una unidad de volumen metro cúbico.
Lb	:	Es una unidad de masa libra.
in	:	Es una unidad de longitud pulgada.
“	:	Es una unidad de longitud pulgada.

INTRODUCCIÓN

La gama de motores es grande los cuales están en diferentes equipos instalados ya sea en la minería, agricultura, marítima y otros. La mayoría de estas empresas compran sus equipos, los cuales sus fichas de mantenimiento describen los tiempos para hacer un overhaul al equipo, para ésto se requiere llevar el motor a un taller para su desarme, inspección y reparación.

Es donde se visualizará algunos problemas que se presentan por no poseer un banco de pruebas dinamométrico, el más importante y el que tiene más frecuencia es que al instalar los motores que fueron intervenidos en las maquinarias se encontrara con problemas que no pudieron ser detectados antes y cuando es más serio el problema deben ser nuevamente intervenidos en taller. Todo ésto involucra gastos y pérdida de la confianza con el cliente. Para estos casos la instalación de un banco de pruebas, puede resultar de una ayuda como un servicio adicional en la reparación de motores para terminar con este tipo de problemas, los cuales son muy comunes.

Las empresas que tengan una cantidad de activos que sean alta en maquinarias, casi siempre tienen un taller de mantenimiento para sus equipos y el costo en entregar sus motores para que sean reparados y garantizados para su operatividad es alto, si contratan una empresa para que se los vean, entonces tener un banco de pruebas dentro de la empresa también es factible. No todas las empresas lo tienen y deben mandar el motor para entrar a banco y verificar si el motor se encuentra con las especificaciones del fabricante. El costo de instalar un banco de pruebas dinamométrico puede ser alto, pero que a corto plazo se puede obtener beneficios muy ventajosos.

La situación de cada empresa determinara si es viable según sus estudios la instalación de un banco de pruebas o se mantienen con la opción de reparar sus motores e instalarlos sin pruebas o arrendar el servicio a terceros con los costos que involucra el traslado del equipo y las pruebas.

Todos los motores de nueva construcción, son sometidos a una larga serie de mediciones alternadas con severas pruebas de durabilidad y de carga, que se repiten hasta que tras una precisa puesta a punto, se alcanzan los resultados previstos que se requieren para el buen funcionamiento del motor. Las pruebas principales son las que sirven para obtener los valores relativos al par motor, la presión media efectiva, la potencia desarrollada, el consumo específico de combustible, los diferentes rendimientos así como la composición de los gases de escape.

Todo ésto para lograr la capacidad de realizar ensayos en un banco dinamométrico a motores asegurando la calidad en sus especificaciones técnicas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estudiar la prefactibilidad para la instalación de un banco dinámico de la marca Power Test de la serie 35x06 de otras que se pueden encontrar en el mercado. La elección del dinamómetro está determinada por la capacidad de carga y hp que tengan los motores que se reparan en sus talleres. Para lograr la capacidad necesaria para entregar un equipo en óptimas condiciones.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir las principales características y funciones del banco de pruebas dinámico;
- Determinar las pruebas que se deberán realizar, y
- Establecer las necesidades técnicas y financieras para la instalación de un banco de pruebas, en una empresa de reparación de motores de combustión interna.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DEL BANCO DE
PRUEBAS DINAMOMÉTRICO POWE TEST SERIE 35X06

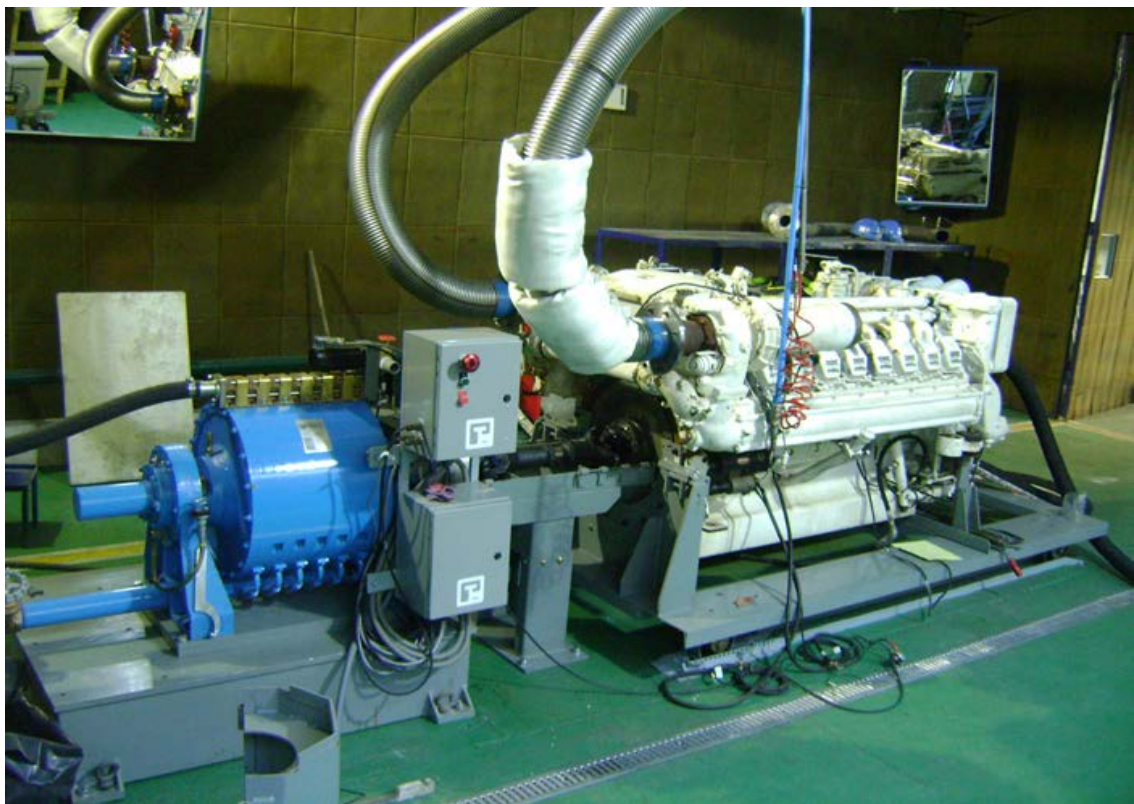
1. ANTECEDENTES GENERALES DEL BANCO DE PRUEBAS DINAMOMÉTRICO POWER TEST SERIE 35X06

1.1. OBJETIVO

El banco de pruebas está dirigido para satisfacer una implementación a una necesidad de los talleres de reparación y ajuste de motores para una mejor calidad del producto y un enganche comercial que va mejorar la rentabilidad progresivamente.

El banco de pruebas dinamométrico su propósito es medir y cuantificar el estado real de parámetros de presión, temperatura, potencia y rpm con los cuales un motor de combustión interna operará en su medio ambiente de trabajo, una vez realizado un ajuste o reparación, o simplemente para verificar que los datos que entrega el fabricante sean los correctos y que el armado haya sido realizado de forma óptima.

1.2. DESCRIPCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DINAMOMÉTRICO



Fuente: Banco de Pruebas de ASMAR (V)

Figura 1-1. Vista de sala de pruebas de un dinamómetro

El banco de pruebas consiste en una sala, que interiormente se encuentra un dinamómetro, que para este estudio de implementación se seleccionó uno de la marca Power Test 35X06 de 2.100 hp, con velocidades hasta 4.000 rpm y un torque máximo de 7.500 N-m de una gama de productos que se pueden adquirir en el mercado y para diferentes cargas. Para la implementación de este dinamómetro, es necesario tener equipos que interactúan directamente con el funcionamiento de las pruebas a realizar.

Estos equipos se describirán más adelante, los cuales cada uno de ellos cumple una labor importante para la realización de las pruebas.

1.3. ¿QUE SON LOS FRENOS DINAMOMÉTRICOS?

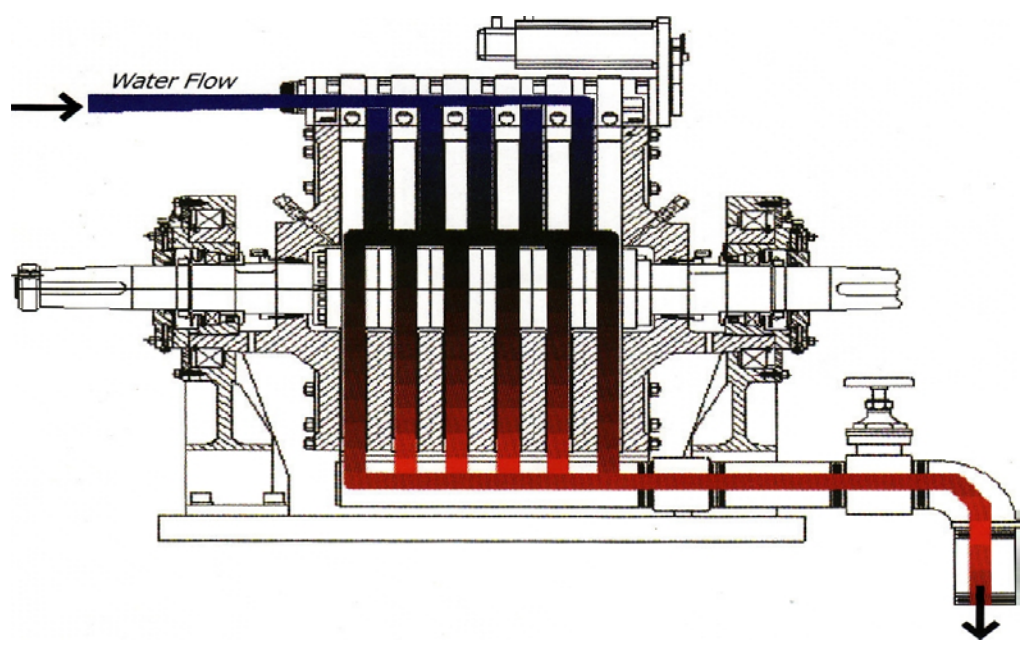
Los frenos dinamométricos, son los encargados de crear un par resistente que es el que proporciona la "carga" al motor. Esta carga ha de ser variable para ensayar distintas condiciones operativas del motor. El banco de ensayo, dispone de un freno hidráulico de tipo Froude. Los frenos hidráulicos son adecuados para mediciones de potencia de la mayor parte de los motores de combustión interna. Se componen de un rotor que gira accionado por el eje del motor y un estator o carcasa fija al sistema de medida de fuerza. Entre el rotor y el estator hay una cantidad variable de agua.

Este tipo de freno hidráulico turbulento ideado en el siglo pasado por el ingeniero británico William Froude, usado generalmente en los bancos de prueba de motor para operaciones. Esencialmente consta de un órgano rotativo de paletas, unido al motor mediante un árbol, al que se hace girar en el interior de un recipiente de cierre hermético. Las paredes del recipiente poseen igualmente paletas situadas a una distancia más o menos corta de las paletas del rotor. En el recipiente, mediante una tubería se introduce agua que, movida por los alabes del órgano rotativo y chocando contra las paletas fijas del recipiente, tiende a arrastrar a éste, confiriéndole igualmente un movimiento rotativo. El recipiente está sujeto por un brazo provisto de muelle y de índice graduado. La potencia del motor se valora a base de la intensidad con que el rotor, moviendo turbulentamente el agua, actúa sobre el par frenante opuesto por el recipiente en posición de parado. Dado que el rozamiento entre las paletas y el agua engendra calor, la temperatura interior del recipiente se mantiene constante a merced a la renovación del líquido que rebosa por un orificio. El freno de Froude dispone de un sistema de regulación constituido por unos tornillos, que separan o aproximan al rotor las paredes del recipiente. Si el espacio existente entre las aletas del rotor y las del recipiente se reduce, aumenta la intensidad con la que el rotor tiende a arrastrar el cuerpo

del freno y, consecuentemente, se incrementa el par de resistencia opuesto por el mismo recipiente. En los tipos más recientes de freno de Froude, la circulación del agua se consigue mediante una bomba centrífuga ensamblada al árbol del rotor. Una válvula regula su caudal, con lo que la variación del par frenante se obtiene actuando sobre ella, es decir modificando la cantidad de agua introducida en el freno, en lugar de variar la distancia entre las paredes del recipiente y del rotor. El freno de Froude, es uno de los más usados en el campo dinamométrico, por la sencillez de su regulación y por su capacidad de absorber potencias notables.

1.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO

- Tipo de freno hidráulico con principios de la hidro-cinética.
- Múltiples compartimientos con rotores, colector de admisión con válvula para permitir la selección de los rotores. Permite realizar pruebas de motores de baja y de gran potencia en un banco con cargas controladas.
- No hay una amenaza de daño en el dinamómetro en el caso de una interrupción de suministro de agua. El dinamómetro no depende de fusibles térmicos o tapones. Pequeñas fugas en los accesorios o precintos no afecta al funcionamiento del banco, siempre y cuando la presión del suministro de agua se puede mantenerse con un descenso de la temperatura suficiente a través del dinamómetro.
- Larga vida del sello teflón en ambos extremos del eje.
- Máxima capacidad de velocidad es de 4.000 rpm
- Un mínimo de flujo de 30 psi regulados en el dinamómetro se requiere para un máximo de control y estabilidad. Sin embargo, puede ser operado satisfactoriamente con una presión regulada tan baja como 15 psi.
- Se debe suministrar agua limpia y libre de partículas extrañas. Si el banco se va a ejecutar en una solución anticongelante o agua tratada químicamente se deberá consultar a la fábrica.
- Requisito nominal de caudal de agua es aproximadamente de 5 galones por minuto por 100 hp de carga absorbida.
- Poder y capacidades de velocidad, son dependientes en el modelo de banco seleccionado.



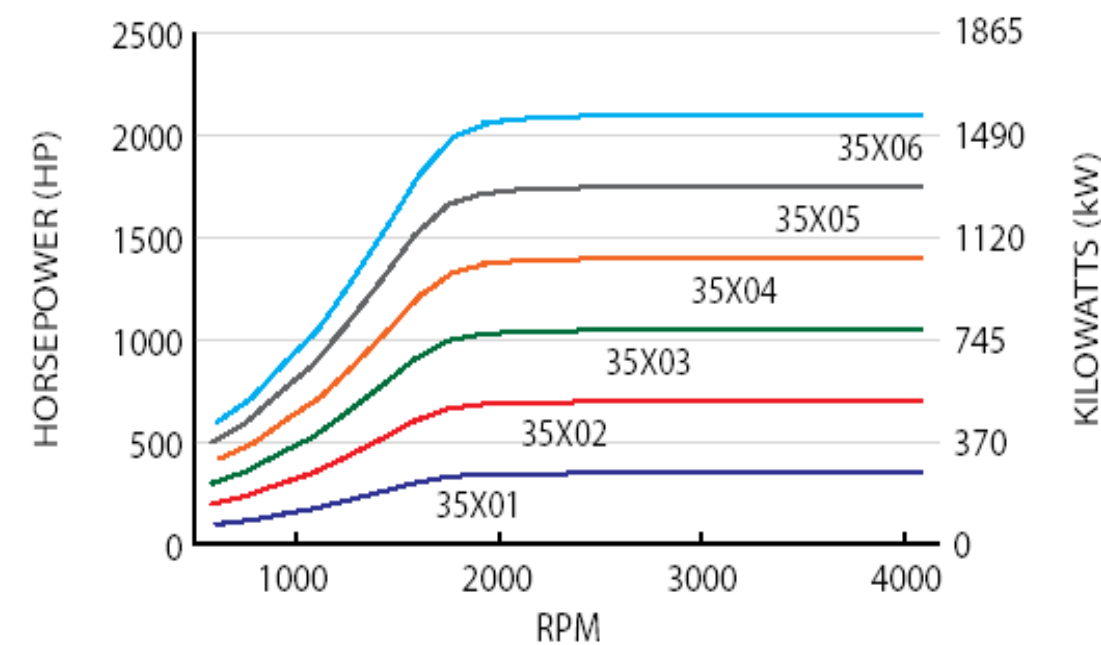
Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-2. Vista en corte de un dinamómetro

Tabla 1-1. Especificaciones técnicas de dinamómetros Power Test

Modelo Power Test	Curva absorción N°	Torque Máx (N-m)	hp Máximo
35x Series (Velocidades hasta 4.000 rpm)			
35 X 01	25078	1250	350
35 X 02	25079	2500	700
35 X 03	25080	3750	1050
35 X 04	25081	5000	1400
35 X 05	25082	6250	1750
35 X 06	25083	7500	2100
45 x Series (Velocidades hasta 4.000 rpm)			
45 X 06	25084	9000	2700
45 X 07	25085	10500	3150
45 X 08	25086	12000	3600
45 X 09	25087	13500	4050
45 X 10	25088	15000	4500
50 x Series (Velocidades hasta 6.000 rpm)			
50 X 01	25089	1780	500
50 X 02	25090	3565	1000
50 X 03	25091	5345	1500

Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Gráfico 1-1. Curva de absorción de dinamómetros modelos 35X

Tabla 1-2. Especificaciones de carga de dinamómetro modelos 35X

RPM	Power (HP)					
	35X01	35X02	35X03	35X04	35X05	35X06
800	100	200	300	400	500	600
1,000	176	351	527	703	879	1,054
1,200	258	515	773	1,030	1,288	1,546
1,500	343	686	1,029	1,372	1,715	2,058
2,000	350	700	1,050	1,400	1,750	2,100
2,500	350	700	1,050	1,400	1,750	2,100
3,000	350	700	1,050	1,400	1,750	2,100
3,500	350	700	1,050	1,400	1,750	2,100
4,000	350	700	1,050	1,400	1,750	2,100

RPM	Torque (ft-lbs)					
	35X01	35X02	35X03	35X04	35X05	35X06
800	657	1,313	1,970	2,626	3,283	3,939
1,000	923	1,846	2,768	3,691	4,614	5,537
1,200	1,127	2,255	3,382	4,510	5,637	6,765
1,500	1,201	2,402	3,603	4,804	6,005	7,206
2,000	919	1,838	2,757	3,676	4,596	5,515
2,500	735	1,471	2,206	2,941	3,676	4,412
3,000	613	1,225	1,838	2,451	3,064	3,676
3,500	525	1,050	1,576	2,101	2,626	3,151
4,000	460	919	1,379	1,838	2,298	2,757

La unidad de absorción de potencia está diseñada para una operación continua la cual es capaz de trabajar con cargas infinitamente variable y de control de velocidad desde una carga mínima a carga completa, o a cualquier punto intermedio dentro de su capacidad y es capaz de regresar a cualquier carga y velocidad pre-establecidas después de una variación de velocidad del motor, incluso desde el funcionamiento a la detención al funcionamiento, sin manipulación de los controles de carga o de descarga.

1.5. COMPONENTES DE UN BANCO DINAMOMÉTRICO

1.5.1. Acelerador análogo



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-3. Acelerador análogo

Analógico "inteligente" de prueba del acelerador, es un actuador del acelerador electrónico, diseñado para un control preciso de velocidad y pruebas automatizadas permitiendo ajustes rápidos y su calibración.

1.5.2. Columnas de refrigeración



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-4. Columna de refrigeración

Una columna de refrigeración, es un medio por el cual la temperatura de un motor es regulada en una zona de pruebas sin un radiador y un ventilador que se instalen por seguridad a los operarios en las pruebas, mientras que la simulación de las características del sistema de refrigeración del motor llegan a ser reales regulando la válvula termostáticas de la columna. Estas condiciones se cumplen, mientras que el mantenimiento de bajo costo operativo, libera la célula de servicio del dinamómetro de prueba al sistema de enfriamiento de excesivos calores, y ser lo suficientemente flexible como para adaptarse a diferentes tamaños de motores. Estos han sido para un muy bajo consumo de agua, y en la mayoría de las áreas, la cantidad de agua usada por el dinamómetro no presenta ningún problema en particular. Sin embargo, en áreas donde la disponibilidad o el desecho de agua es un problema, se puede usar un sistema de recirculación. También si los sólidos en el agua suministrada al dinamómetro dan como resultado una precipitación excesiva en el intercambiador de calor, se puede usar en forma efectiva el tratamiento de agua. Un proveedor local de equipo de ablandamiento de agua será el mejor calificado para ofrecer sugerencias de los métodos mas efectivos y menos caros de tratamiento del agua para la condición de agua en particular.

- Ajustable de 160 - 230 °F (71 a 100 °C)
- Columna montada en bases de transporte con ruedas movibles

1.5.3. Torres de enfriamiento



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-5. Torres de enfriamiento

Las torres de refrigeración, se utilizan en combinación con un sistema de recirculación de agua para el tratamiento térmico de residuos generados por el banco de pruebas y ofrecen el retorno de agua fría para el sistema.

- Se utiliza para transferir el calor residual de proceso a la atmósfera por evaporación
- Disponible en una variedad de tamaños en función de la carga del motor, y
- Sobre las azoteas y las configuraciones a nivel del suelo disponible.

1.5.4. Eje de transmisión cardánica



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-6. Eje de transmisión cardánica

La conexión final entre el banco de pruebas de alimentación y el motor se realiza mediante un eje cardán. El eje permite una cierta falta de alineación entre el cigüeñal del motor y la brida de entrada del dinamómetro.

1.5.5. Protector de eje de transmisión cardánica



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-7. Protector de eje de transmisión

Hay una amplia variedad de protectores de transmisión especialmente diseñados para proteger la zona de la célula de ensayo y el personal que lo opera de los pernos que puedan cortarse por sobrecargas u otros que vuelan accidentalmente durante la prueba de un motor.

- Construido de 0,25" de placa de acero para proporcionar alguna garantía de protección en caso de falla del eje;
- Ajustable para todas las alturas del eje, y
- Requerido para todas las aplicaciones de servicio del dinamómetro.

1.5.6. Carro de soporte motor



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-8. Carro soporte de motor

Los carros de motor están diseñados para un posicionamiento rápido y preciso de un motor para el banco. Desde el más pequeño de carga de 30.000 libras, y las longitudes de motor a 120", estos carros son de 28", 32" o 38" de altura central. Estos acomodan a la mayoría de los motores sin embargo en algunas ocasiones para motores industriales grandes y unidades de energía grandes, se requieren soportes para dichos motores los cuales hay que confeccionar. El soporte de motor y los ejes de accionamiento deberán ser del tamaño y capacidad adecuados para los motores más grandes que se puedan manejar.

Además los adaptadores de montaje del motor y la unidad de energía los que incluyen el soporte del motor, montajes de motor frontal y posterior, pedestales de la unidad de energía, placas adaptadoras del volante, maza y flanges adaptadores del eje cardan al motor.

- Soporte universal delantero permite una colocación precisa, el motor rápido;
- Cesta disponible para los motores de hasta 30.000 libras y 120" de largo, y
- Auto alineación de ruedas giratorias

1.5.7. Sistema de medición de combustible



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-9. Sistema de medición de combustible

El sistema de medición gravimétrico permite la recogida fiable de información sobre el consumo de combustible del motor para su uso con el sistema del dinamómetro.

1.5.8. Tanques de almacenamiento de combustible



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-10. Tanque de almacenamiento de combustible

Power Test ofrece una variedad de tanques de almacenamientos portátiles y fijos de combustible para permitir el abastecimiento de combustible rápido y eficiente y re-abastecimiento de combustible. Tanques de almacenamiento de combustible están disponibles a partir de 10-1.000 galones (37,8 - 3.780 litros), y pueden ser equipados con la presión del combustible retráctil y de retorno, y un gabinete de cebado de combustible, para garantizar el suministro de combustible adecuado en el arranque.

1.5.9. Acoplamientos elásticos



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-11. Acoplamiento elástico

El dinamómetro se encuentra acoplado a resistentes acoplamientos como centro de araña de tipo interno que se monta en el eje del dinamómetro. La araña exterior se coloca sobre el eje con un bloque de neopreno resistente colocada entre cada dedo de las dos ensamblas de araña.

En interior del centro de araña se encuentra 12 bloques de caucho los cuales a colocados todos pueden absorber por sobre los 2.500 lb-ft, pero que a medida que se colocan motores para menores cargas se deben ir retirando estos según el torque requerido.

- Capaz de absorber por sobre los 2.500 lb-ft de par motor;
- A partir de la reducción de los picos de par motor y las vibraciones de torsión, y
- Ideal para las pruebas de motores más pequeños en grandes dinamómetros.

1.5.10. Sistema de escape de gases



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-12. Sistema de escape de gases

Los dos tipos más comunes de los sistemas de descarga de gases en la habitación es el tipo Hood y los sistemas de tuberías. El sistema Hood es preferido porque la conexión con el motor no es necesaria. El ventilador de campana saca el aire de la habitación y elimina los gases del motor y los de la habitación. Los sistemas de tubería pueden ser alimentado por extractores y ventiladores ya sea para enfriamiento y extracción del calor, gases y humo.

- Eliminación de escape del motor;
- Ventile la habitación para eliminar el calor, gases y humo, y
- Proporcionar el suministro de aire para el motor de combustión.

1.5.11. Sub-base



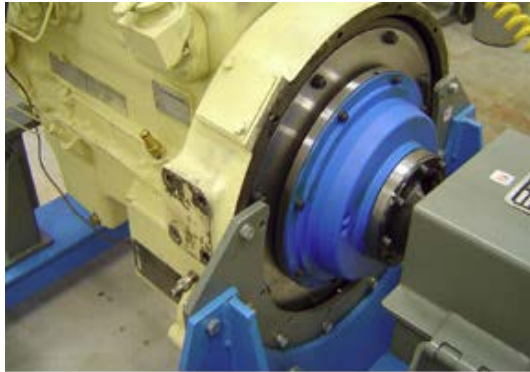
Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-13. Sub-base

El banco especialmente diseñado con sub-base, proporciona una plataforma común de montaje para el banco, el sistema de arranque y sensor de carga indicador de tensión. Construido a partir de acero cerca de 1" de espesor, la sub-base elimina la necesidad de una base de concreto. Además, las bases se pueden colocar dentro de una celda de prueba, para permitir la expansión o la adhesión de otros sistemas del dinamómetro.

- Proporciona una base para el montaje del banco de pruebas y componentes;
- Elimina la necesidad de una plataforma permanente, y
- Permite el reposicionamiento y el transporte.

1.5.12. Amortiguadores de torsión



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-14. Amortiguadores de torsión

El motor montado en amortiguador torsional minimiza los efectos de las vibraciones torsionales, la prevención de daños a los componentes del motor, banco, y el eje impulsor.

- Se monta entre el adaptador del cigüeñal del motor o el volante y el eje de transmisión, y es
- Compatible para uso con todos los adaptadores de potencia del motor de prueba.

1.5.13. Regulador de presión de agua



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-15. Regulador de presión de agua

El sistema de regulación de agua del sistema regula la presión al dinamómetro y amortigua los efectos de golpes de ariete potencialmente dañinas.

- Agua ajustable por válvula reguladora.

1.5.14. Sistema de recirculación de agua



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-16. Sistema de recirculación de agua

En un sistema de recirculación de agua, se debe considerar si hay una capacidad limitada o excesivo costo del sistema de agua local (ciudad o privado), o si el sistema de alcantarillado local, no permite que la temperatura del agua de 77 °C (170 °F) o más.

- El rendimiento del dinamómetro mejora en gran medida como resultado de la presión adecuada del agua, volumen y temperatura.
- Suministro de agua controlado que resulta en menores costes de mantenimiento del dinamómetro.
- La conservación del agua que resulta en menores costos de operación.

1.5.15. Estación de trabajo a distancia



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-17. Estación de trabajo a distancia

La estación de trabajo a distancia proporciona un medio conveniente de conectar sensores del motor y las presiones para el controlador de estación de trabajo, sin los riesgos de enrutamiento de estas conexiones a través de las piezas calientes y rotación.

- Permite la conexión rápida y conveniente de la presión del motor y los sensores de temperatura
- Diseñado para su uso con la estación PowerNet.

1.5.16. Sistema de control computacional

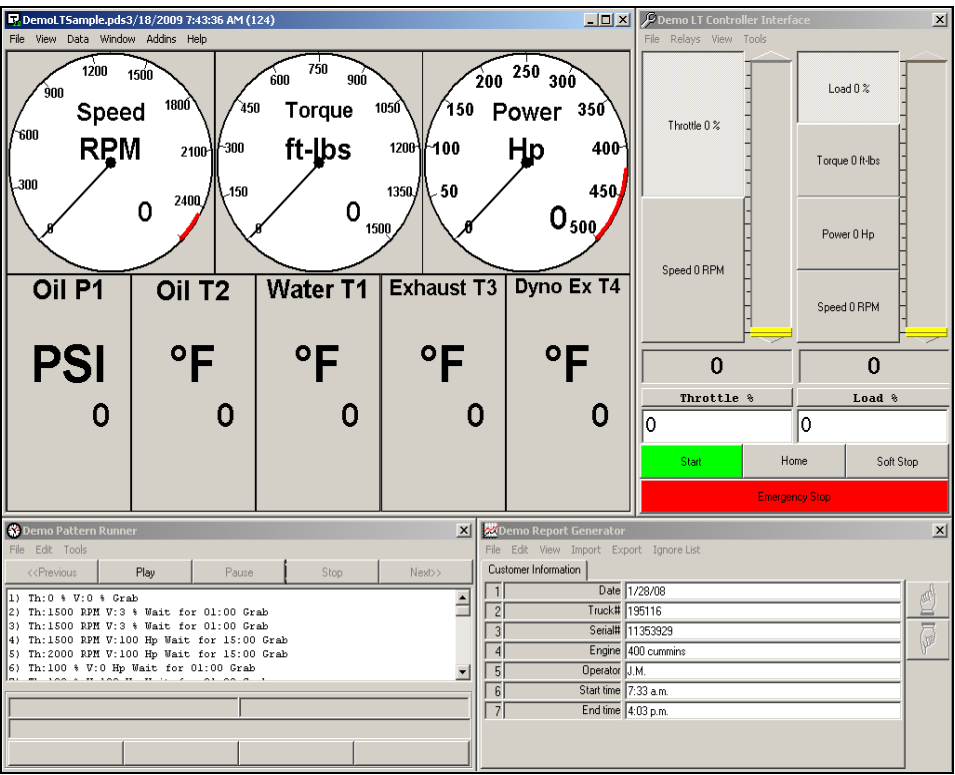


Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-18. Sistema de control computacional

La automatización de la computadora de la aceleración del motor y la carga del dinamómetro, garantiza un rendimiento exacto de cada paso de la prueba. El operador simplemente selecta en una plantilla predeterminada y realiza la prueba. Para simplificar, el operador puede modificar una plantilla almacenada por el ajuste de unidades de sensor, rangos, valores de alarma, el patrón de prueba, y el lenguaje de la pantalla, si lo desea. Una vez que los cambios se hicieron, pueden ser almacenados en el sistema de archivos para su uso a futuro. Esta flexibilidad patrón personalizada es lo que distingue al comando de software PowerNet aparte del resto.

La facilidad para usar el PowerNet Comandante LT, software basado en Windows permite la personalización del operador sensores completos y las pruebas repetibles. Alarma de las características estándar visuales y las advertencias de parpadear, cuando los sensores superan su carga habitual de funcionamiento. Cada vez que una situación de alarma se alcanza, los datos se graban automáticamente de modo que la determinación del problema de activación de la alarma puede ser convenientemente diagnosticada. Con el ordenador LT, el operador tiene la capacidad de captar los puntos de datos o elegir un modelo existente para funcionar con el software.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 1-19. Parámetros entregados por software en monitor PC

A través de los procedimientos de registro automatizado, los resultados de las pruebas obtenidos por PowerNet Comandante pueden ser totalmente personalizados, a través de los menús del software generador de informes PowerNet. El reporte puede reproducirse fácilmente, y pueden incluir ítem importante como logotipo de la empresa, información de los talleres específicos, la información del cliente y las especificaciones del fabricante del motor. Esta información se combina con los resultados de la prueba real del dinamómetro y complementa la mesa y reportes gráficos con formato. La función en el párrafo permite que el operador pueda introducir cualquier información o dato que sea requerido. Una vez que los datos se guardan en el disco duro, cabe recordar e imprimir en cualquier momento en la impresora color del ordenador LT. Estos mismos informes, incluso se puede enviar por correo electrónico.

CAPÍTULO 2: SEGURIDAD E HIGIENE EN UN BANCO DE PRUEBAS

2. SEGURIDAD E HIGIENE EN UN BANCO DE PRUEBAS

2.1. SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN EL BANCO DE PRUEBAS

El banco de pruebas puede conllevar riesgos para la salud de los operarios, que es necesario identificar y controlar adecuadamente. Hoy es frecuente oír hablar de calidad, entendida como la aptitud de un producto, servicio o proceso, para satisfacer las necesidades de los usuarios, y del concepto de calidad total, que implica hacer las cosas bien y mejorarlas constantemente. En muchos casos, su implementación genera una mejora importante de las condiciones materiales en que se desarrolla el trabajo.

La "Seguridad en el Trabajo", es el conjunto de técnicas y procedimientos que tienen por objeto eliminar o disminuir el riesgo de que se produzcan los accidentes de trabajo. La Higiene Industrial, es la técnica que previene la aparición de enfermedades profesionales; estudiando, valorando y modificando el medio ambiente físico, químico o biológico del trabajo.

Algunos riesgos a la salud que se deben prevenir y que por la ejecución del trabajo se dan en el banco son:

- La exposición a contaminantes químicos, los cuales se encuentran todo referente al tema en el reglamento del Decreto Supremo N° 594, en el párrafo II desde el artículo 59° al 69°.
- La exposición laboral a ruidos, los cuales se encuentra todo referente al tema en el reglamento del Decreto Supremo N° 594, en el párrafo III desde el artículo 70° al 82°.

2.1.1. Seguridad en el banco de pruebas

La seguridad es la consideración más importante cuando se trabaja con un sistema de dinamómetro. Todos los operadores que operan el dinamómetro, deben estar conscientes de que hay varios peligros actuales para cualquier persona en la celda de estos riesgos son:

- Los objetos que giran a altas velocidades.
- Mangueras a presión.
- Sólidos o líquidos calientes.
- Las descargas eléctricas.
- Los líquidos inflamables.

- Ruidos.

Ciertas precauciones deben ser ejecutadas, las cuales son:

- No haga funcionar el banco sin todos los protectores, y puntos de corte de emergencia en el lugar.
- No entrar en la célula de prueba durante una prueba de motor, a menos que sea necesario.
- No use ropa suelta en la celda de ensayo.
- No opere este equipo, sin la lectura de estas indicaciones y familiarizarse con el funcionamiento de la prueba de potencia del dinamómetro.
- No realice ninguna conexión con la alimentación conectada al sistema.
- No abra ningún panel, mientras que la energía se aplica al sistema.
- No realice conexiones de la tubería, sin necesidad de apagar todas las fuentes de agua y bombas.
- No purgue la presión de aire de todas las líneas, antes de conectar o desconectar las mangueras de aire.
- Use protección para los ojos en todo momento, cuando se trabaja con el sistema del dinamómetro.
- Use protección para los oídos en todo momento, cuando se trabaja con el sistema del dinamómetro.
- No fumar dentro de la celda de pruebas.

Éstas son las pautas generales para trabajar con un sistema de dinamómetro. A menudo es útil para preparar una lista de control de seguridad que se distribuye a todo el personal que entre en la célula de prueba. La seguridad adecuada se logra a través del refuerzo y la disciplina.

2.1.2. Seguridad durante las pruebas

- El dinamómetro es un instrumento de medida. Todo el personal debe mantenerse alejado del área.
- La protección para los oídos y ojos, deben ser usados todo el tiempo durante las pruebas.
- Atención, deben extremarse las precauciones en la zona del eje de transmisión, que conecta el motor al dinamómetro.
- Todas las piezas giratorias, deben tener sus guardias aseguradas y en su lugar.

- Engrasadores rodamientos del eje son de un tipo de auto-nivelación. Nunca se quede en el depósito en el lugar. En el caso de un depósito se agrieta o se daña, no haga funcionar la máquina hasta su sustitución.
- El personal y otros elementos, no deberían estar cerca de esta área. Las áreas de observación deben protegerse adecuadamente para evitar daños al personal.

2.1.3. Señalización

La señalización, es la técnica que suministra una indicación relativa a la seguridad de personas y/o bienes. ¿Cuándo se debe aplicar?

- Cuando no se puede eliminar el riesgo en el laboratorio.
- Cuando no se puede proteger mediante sistemas de protección colectiva.
- Cuando no se puede proteger al operador mediante equipo individual.
- Como complemento al resto de actuaciones preventivas.

Según el significado de la señal, estas se pueden clasificar en:

- Prohibición: prohíbe un comportamiento que pueda producir un peligro.
- Obligación: señal que obliga a un comportamiento determinado.
- Advertencia: advierte de un riesgo o peligro.
- Salvamento: indicación relativa a salidas de socorro o primeros auxilios, o a los dispositivos de salvamento.
- Indicación: proporciona informaciones distintas a las anteriormente indicadas.
- Señal adicional o auxiliar: contiene exclusivamente un texto.

Tabla 2-1. Señalización de colores

COLOR	SIGNIFICADO	APLICACIÓN
Rojo	Parada	Señales de parada
	Prohibición	Señales de prohibición
	Contra incendios	Dispositivos de desconexión Equipos contra incendios
Amarillo	Atención	Señalización de riesgos Señalización de umbrales, pasillos de poca altura, obstáculos, etc.
	Zona de peligro	
Verde	Situación de seguridad	Señalización de pasillos y salidas de socorro
	Primeros auxilios	Rociadores de socorro Puesto de primeros auxilios y salvamento
Azul	Obligación	Obligación de usar protección personal

Fuente: Elaboración propia

2.1.4. Protección en el banco de pruebas

Las medidas de protección que deben existir en un banco de pruebas son:

- Fuente lavaojos.
- Extintores, adecuados a la sustancia inflamada, aunque los más prácticos y universales son los de CO₂.
- Mantas ignífugas, que permiten una acción eficaz en pequeños fuegos.
- Guantes en función a los productos químicos.
- Gafas o pantallas para protección de los ojos.
- Protección respiratoria, empleando las máscaras con cartuchos para gases y vapores homologados para el compuesto en cuestión.
- Ropa adecuada.
- Otros elementos: reactivos neutralizantes y absorbentes para el control de derrames, cubos con arena para controlar incendios.

2.1.5. Manejo de productos químicos y de desechos

En el laboratorio se utilizan con frecuencia productos químicos, tales como aceites, combustibles, pintura, disolventes, etc. Algunos de estos productos pueden ser peligrosos, clasificándose como nocivos, fácilmente inflamables, irritantes, etc.

Para su correcta manipulación y almacenamiento, es imprescindible que el usuario sepa identificar los distintos productos peligrosos, a través de la señalización que establece las categorías diferentes de sustancias peligrosas, que se indican a continuación:

- | | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| - Explosivos. | - Corrosivos. |
| - Irritantes. | - Carcinógenos. |
| - Fácil inflamabilidad. | - Tóxicos. |
| - Nocivos. | - Peligrosos para el medio ambiente. |

Reciclado, es pretender reutilizar el residuo generado, en el mismo o en otro proceso en calidad de materia prima, como el aceite ya utilizado se puede almacenar y vender a una recicladora de aceite. Eliminación segura de los residuos no recuperables, en este caso se debe llevar a cabo las indicaciones del fabricante del producto. Como paso previo a la eliminación es esencial que los residuos se clasifiquen, segreguen y depositen en contenedores apropiados.

2.1.6. Prevención de incendios

Para la prevención de incendios, es necesario tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Almacenar los productos inflamables y combustibles aislados y alejados de las zonas de trabajo.
- Utilizar recipientes herméticamente cerrados, tanto para almacenamiento, transporte y depósito de residuos.
- Prohibición de fumar y de introducir útiles que puedan generar llamas o chispas, y
- Evitar que la instalación eléctrica sea origen de focos de calor. Cuando se termine la jornada, se observará que todos los aparatos eléctricos quedan desconectados de la red.

CAPÍTULO 3: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO

3. **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO**

El producto es un servicio de ensayos dinamométricos a motores y el banco es un medio por lo cual la necesidad de este producto, está determinada por la búsqueda de un mejoramiento en la capacidad de pruebas de un taller de reparación de motores de combustión interna, con un plan de inversión por la instalación de un dinamómetro y todo los equipos asociados al banco para hacer rodaje de motores, que se reparan en taller efectuando pruebas de carga y así ofrecer un servicio al cliente óptimo de alta tecnología. Con esto, lograr además una mejor rentabilidad en una empresa de la línea de reparación de motores. Este proyecto como para el cual se describe puede ser abordado para dos fines:

- Empresas que posean talleres de mantenimiento dentro de ellas y su capacidad actual en motores es alta y no posean la implementación de un banco de pruebas dinamométricas, y
- Talleres de mecánica de combustión interna, que no posean y deseen adquirirlo y prestar servicios a empresas que posean motores para su reparación.

3.1. **ÁREA DE ESTUDIO**

El mercado al cual se va tratar es en equipos que posean motores y que necesariamente de deban intervenir para reparar o probar en un banco de pruebas, estos se encuentran diversificados ya sea en el área industrial, minero, automotriz u otros que se ubican a lo largo del país.

3.2. **ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL Y FUTURA**

El análisis de la demanda actual y futura ésta determinada por la necesidad de las empresas que posean equipos con motores a reparar y a probar en bancos dinamómetro que le den la calidad de un servicio de alta tecnología y garantizada. La demanda para los talleres o empresas que trabajan en el rubro de reparaciones de motores y que se encuentren en la necesidad de dar la calidad necesaria a sus clientes, estos últimos tendrán que determinar la adquisición de capacidades para la reparación de

motores y si es conveniente la adquisición de un banco de pruebas o arrendar el servicio a empresas que lo posean. La demanda puede ser dada ya sea internamente por la cantidad de activos en maquinarias o equipos que se posean en la empresa y determine con el plan de mantenimiento una capacidad que sea sustentable pensar en obtener la inversión del banco de pruebas y también la demanda puede ser externamente donde empresas o propietarios de equipos requieran de la reparación de sus motores.



Fuente: www.camionesmineros.com

Figura 3-1. Camión de la minería Mod. 789-B con motor CAT 3516B



Fuente: www.pesqueros.com

Figura 3-2. Barco flota pesquera con motor Volvo Penta TMD40A



Fuente: [www.armada de chile.com](http://www.armada.de.chile.com)

Figura 3-3. Lancha de la armada con motor MTU Serie 2000



Fuente: www.ejercitodechile.com

Figura 3-4. Tanque militar Leopard con motor MTU 396



Fuente: www.maquinaria agricola.com

Figura 3-5. Maquinaria agrícola con motor Massey Ferguson



Fuente: www.camiones de transporte.com

Figura 3-6. Camión de transporte con motor Mercedes Benz

3.2.1. Demanda actual

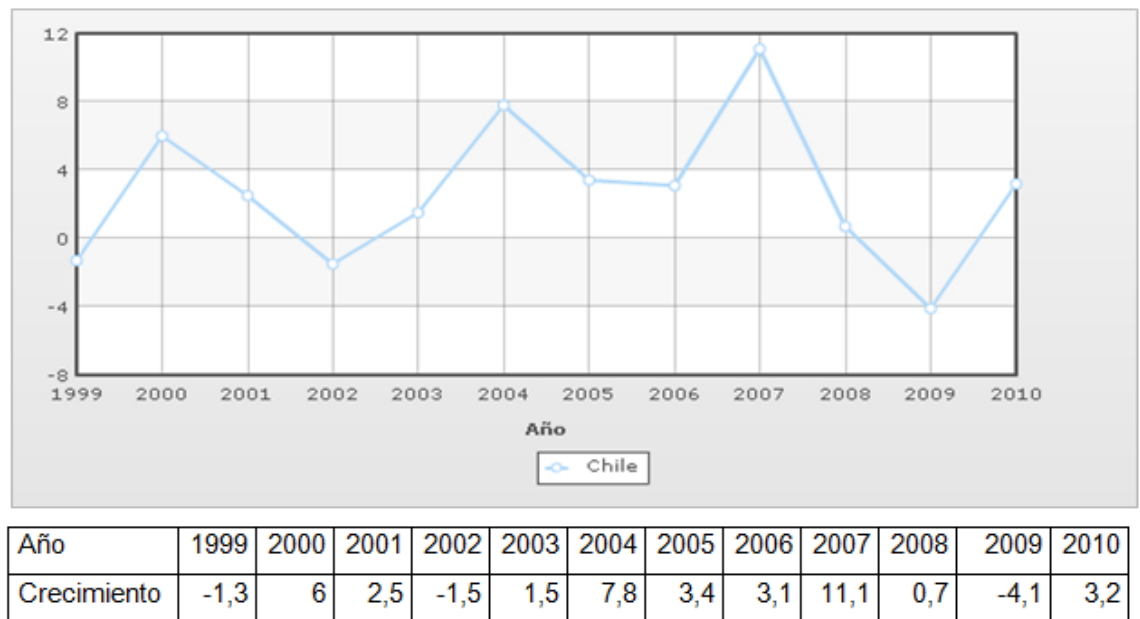
La demanda, se encuentra en las empresas que posean activos en maquinarias con motores a combustión interna ya definidas y sus mantenciones deben hacerse por las fichas de mantenimiento que entreguen los fabricantes, la cual deben hacerla ya sea dentro de sus talleres de mantenimiento o subcontratar a talleres para que se las hagan. Luego se debe interesar al cliente de la inversión y el plus técnico garantizado que este representa para su equipo, el cual le conllevará buenos dividendos, al tener motores probados con carga.

Para los talleres que tengan la impresión de que falta un nuevo mecanismo, para satisfacer una necesidad, como es la implementación de este equipo el cual les entregará satisfacción técnica y económica. Éstos deben determinar en su proceso, cuantos motores a la fecha han sido reparado en sus instalaciones y determinar según la demanda los beneficios económicos que han obtenido, considerando rehechos y garantías que hayan tenido durante y después de la entrega de motores.

En los últimos 20 años la economía chilena, ha experimentado un acelerado crecimiento y lo ha hecho manteniendo una estrecha correlación entre la demanda industrial y la expansión de la actividad económica del país. En estos momentos, el desarrollo minero se encuentra en una alta producción y la alta demanda de equipos mineros ha sido alta para enfrenar nuevos desafíos al igual que otros rubros en la actualidad como la construcción, transporte privado y público y otros. El universo de motores es alto, solo falta llegar y promover el servicio a los clientes.

3.2.2. Demanda futura

El parque de motores es alto, el cual se puede distribuir por marcas, modelos, potencia, cantidad y donde se encuentran ubicados. La estimación del probable consumo, debe ser estudiado por los talleres que estén trabajando en el rubro de reparación de motores en este momento o a hacia el futuro. Las razones por las cuales los usuarios de equipos deben hacer las mantenciones están determinadas por las horas y estas deben hacerse para no tener problemas a futuro y por las cuales deben ser reparados y reacondicionados con partes nuevas en algún momento. La determinación de la capacidad de pago, esta dada por el crecimiento actual y a los clientes que tendrán que ubicar ya sea de la pequeña, mediana o gran empresa a lo largo del país, que estén comprometidos con la calidad del producto que desean obtener.



Fuente: www.tasa-crecimiento-de-chile.com

Gráfico 3-1. Tasa de crecimiento de la producción industrial en Chile (%)

La situación futura, está dada según la demanda que se tendrá, para lo cual se debe interactuar con los clientes para tenerlos y buscar alternativas de contratos a largo plazo.

3.3. ANÁLISIS DE LA OFERTA

El análisis de la oferta, está determinada por la competencia que tendrá, lo cual para el caso de la implementación del banco es mínima en el país ya que son pocos los talleres que poseen uno, con estas capacidades técnicas para bajas y altas cargas de potencia y rpm.

3.4. ANÁLISIS DE LOS PRECIOS

Para el caso de la implementación del banco, debe tomarse como algo adicional a la reparación o independiente solo para pruebas y el precio puede darse como un valor determinado por las hp del motor o por las horas hombre de consumo, esto lo determinará cada taller como ellos se encuentren trabajando. La competencia trabaja colocando un valor determinado el cual en la mayoría trabaja con los hp del motor o en algunos casos la prueba en banco se encuentra ya vendida con la reparación del equipo completo. El valor aproximado por pruebas en el banco se manejan entre \$1.200 a \$1.900 \$/hp esto está dado por valores de algunas de las empresas que se encuentran entregando el servicio los cuales son variables según sus valores como por ejemplo:

- Empresa Finning el servicio para un motor de 500 hp es de \$ 950.000 + IVA
- Empresa Servicios Integrales para un motor de 500 hp es de \$ 750.000 + IVA
- Empresa Hernández Motores para un motor de 500 hp es de \$ 850.000 + IVA
- Empresa Detroit Chile S.A. para un motor de 500 hp es de \$ 875.000 + IVA

Fuente: Contacto con personal de ventas de servicios de dichas empresas

Esta información tiene diferentes aristas en sus valores en el cual se mueve el servicio los cuales varían según las condiciones de evaluación de los trabajos los cuales pueden llegar a ser completos es decir el overhaul con repuestos incluidos y el banco de pruebas, lo cual la estimación del precio puede variar a veces por las condiciones de contrato.

Estos valores pueden ser igual replanteados por diferentes motivos como el monopolio que se tenga ya sea geográficamente, estratégicamente por la poca competencia, los dispositivos adicionales a confeccionar de diferentes motores para el acople motor con el banco.

3.5. ANÁLISIS DE COMERCIALIZACIÓN

La comercialización debe llevarse a cabo con la propuesta de una necesidad y la factibilidad de este proyecto, para un bien común se debe promover con la situación actual (análisis 4P) producto, precio, promoción y plaza. Para alcanzar la conquista del mercado de reparación y pruebas de motores se debe organizar la distribución de técnicas integradas que incluyan aspectos tales como el almacenamiento, transporte, acondicionamiento y presentación del producto, asistencia técnica al usuario, publicidad, propaganda y todos los medios que se tenga que asegurar el movimiento del producto al consumidor. Cada taller de mantenimiento de motores, debe estudiar su situación actual y su capacidad existente para proyectar un plan de inversión que sea de acuerdo a sus necesidades y promover su oferta.

3.6. PERSPECTIVAS

Las perspectivas van a estar de acuerdo a la demanda de los clientes, que estén dispuestos a consumir a los niveles de los precios que se han previsto y en las condiciones de competencia en que habrá de desenvolverse. El análisis deberá definir las perspectivas que a la luz de los antecedentes recopilados de cada taller puede esperar en el proyecto, recomendando o no su realización.



Fuente: www.cumminschile.com

Figura 3-7. Taller de overhoul de motores Cummins Chile

CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO

4. **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO**

4.1. **DETERMINACIÓN DEL TIPO DE MOTORES (MARCA-MODELO)
QUE SE QUIEREN PROBAR EN EL BANCO**

Para determinar el tipo de motores que se requieren probar, los talleres deben establecer del universo de motores que se encuentran, una relación de los motores que habitualmente están reparando o probando. Para esto es importante tener un histórico en el taller de los motores intervenidos en el que indique el actual y futuro de reparaciones de motores por carga y cantidad a la fecha. Para dar un ejemplo de lo que se debería tomar en cuenta se entregarán datos que representan un histórico de una empresa que trabaja en la línea de reparaciones de motores.

Tabla 4-1. Motores que se arman actualmente

Marca	Modelo	Potencia hp	Cantidad
Detroit	6V53	210	5
	8V71	318	3
	12V71	450	10
MTU	2000 M90	1.635	1
	8V183	230	2
Cummins	K19	500	3
	430 C	430	2
	KT9-M		1
	M11C	258	2
	V504C	210	1
	NT855-L5	220	2
Caterpillar	3306	280	2
	3308	375	2
	3412	671	4
	3512	1360	3
Volvo	TAMD 31A	130	3
	TAMD 61A	300	2
	AD-31PA	150	10
MAN	D-2566 MTE	240	8
	B 3.9 -C	450	1

Fuente: Elaboración propia

A la fecha para el ejemplo, este taller a reparado 67 motores en un año y debe determinar según su potencial y futura demanda si piensa en incorporación un banco de pruebas dinámico, cuales modelos debe o pueden incorporarse para futuros reparaciones y pruebas y la existencia de éstos en el mercado. Con esta información determinada del tipo de motores a probar y la cantidad, es recomendable pensar en la necesidad para la instalación de un banco de pruebas y entregar una demanda establecida y darla a conocer.

Los motores que se encuentran en el mercado anterior al año 2000, son la mayoría con sistemas de control mecánico y los actuales que se van incorporando al mercado, son controlados electrónicamente, para los cuales las pruebas en banco van a ser diferentes, ya que se requerirá que posea el ordenador portátil con su programa de control que se conecta a la CPU del motor que posee.

Tabla 4-2. Motores que se armarán a futuro

Marca	Modelo	Potencia hp	Cantidad
Detroit	6V71	190	4
	6V53	210	2
	8V71	318	5
	12V71	450	6
MTU	2000 M90	1635	6
Cummins	K19	500	3
	430 C	430	2
Caterpillar	3306	280	4
	3412	671	3
	3512	1360	5
	C9	503	6
	C18	1000	5
	C27	1280	3
Yanmar	4LH	200	2
Mercusier	D-Tronic	250	4

Fuente: Elaboración propia

Se debe destacar que después de entender las capacidades en este aspecto que es la determinación de motores que posee cada taller, además se debe ver las capacidades técnicas y económicas para pensar en aprobar el proyecto y es donde cada taller o empresa debe replantearse el tema en la situación actual y futura que van a tener.

El banco de pruebas es un hecho que es necesario, ya sea adjudicándoselo dentro de la empresa o taller, o arrendando el servicio a terceros

A continuación se desglosa los elementos y equipos necesarios para la instalación del banco de pruebas y sus características técnicas.

Tabla 4-3. Desglose de elementos y equipos del banco de pruebas

Sistema	Nombre	Marca/Modelo	Datos Técnicos		Descripción
Alimentación Dinamómetro	Dinamómetro	Power Test 35x06	Potencia	2.100 hp	Celda de carga
			rpm	4.000	
		ASM 5K BEAM 5 PIN modelo 3421	Carga máx.	5.000 lb	
	Bomba de alimentación	Reggio type SN 40 200A	Potencia	10 hp	
			rpm	2.800	
			Caudal (Q)	1.000 l/min	
	Válvula reguladora de caudal		Presión de trabajo	43 psi	Regula la entrada de agua manteniendo una presión constante en la válvula de flujo al dinamómetro
Enfriamiento al motor	Bomba de enfriamiento	DAB K 70/300J	Potencia	7,5 hp	
			Altura (H)	44-74 m	
			Caudal (Q)	6-24 m ³ /h	
Enfriamiento agua	Bomba de trasvasije	M&H	Potencia	2 hp	Transfiere el agua del estanque auxiliar al de agua tratada
			Altura (H)	14 m	
			Caudal (Q)	1100 l/min	
			rpm	2.900	
	Estanque de agua principal		Capacidad	19,5 m ³	Estanque de agua tratada o ablandada
	Torres de enfriamiento	BENTON BT-2109 S	Capacidad termica	2 .040.000 kcal/h	2 Torres con 2 bombas de agua caliente
			Salto térmico	24 °C	Diferencia entrada /salida
			Caudal (Q)	1100 l/min c/u	Bombas
			Altura (H)	14,7 m	
Combustible	Estanque de auxiliar		Capacidad	3 m ³	Recibe el agua que pasa por el dinamómetro
	Bomba de Combustible	Siemens	Caudal (Q)	35 m ³ /h	
					A una altura de 1m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-3. Desglose de elementos y equipos del banco de pruebas (continuación)

Sistema	Nombre	Marca/Modelo	Datos Técnicos		Descripción
Acoplamiento	Acoplamiento Flexible	Resilient Coupling assembly 1810			Tiene por objetivo absorber las vibraciones y proteger el dinamómetro y el motor
	Unión cardánica	Drive Shaft	Torque máx.	6500 ft/lb	
			rpm máx.	4.500	Por periodos cortos
	Plato de acople				Cada motor tiene un plato diferente, éste acopla el cardán al motor
	Carro de transporte	Carro	Peso máx.	18.000 lb	
			Largo máx.	120 in	
		Soporte lado de fuerza del motor			Adaptable a cualquier motor SAE # 00, 0, ½, 1, 2, 3 y 4
Control	Computado	Software PowerNet			Mediante el programa, el sistema controla el dinamómetro y los motores probados en el banco
	Interfase	Wago			Transforma las señales análogas en digitales y la envía al computador
	Termocuplas y sensores de presión				2 de presión y 4 de temperatura.
Banco de baterías	Baterías			150 Ah, de 24 V DC	Consta de 2 baterías para la partida de los motores con cargador
Descarga de gases	Ductos	Fuelles	Diámetro	110 y 171 mm	2 juegos de fuelles de conexión mediante flanges
			Largo	3 m	
		Colector	Diámetro	330 mm	Desemboca a un silenciador
			Largo	5 m	

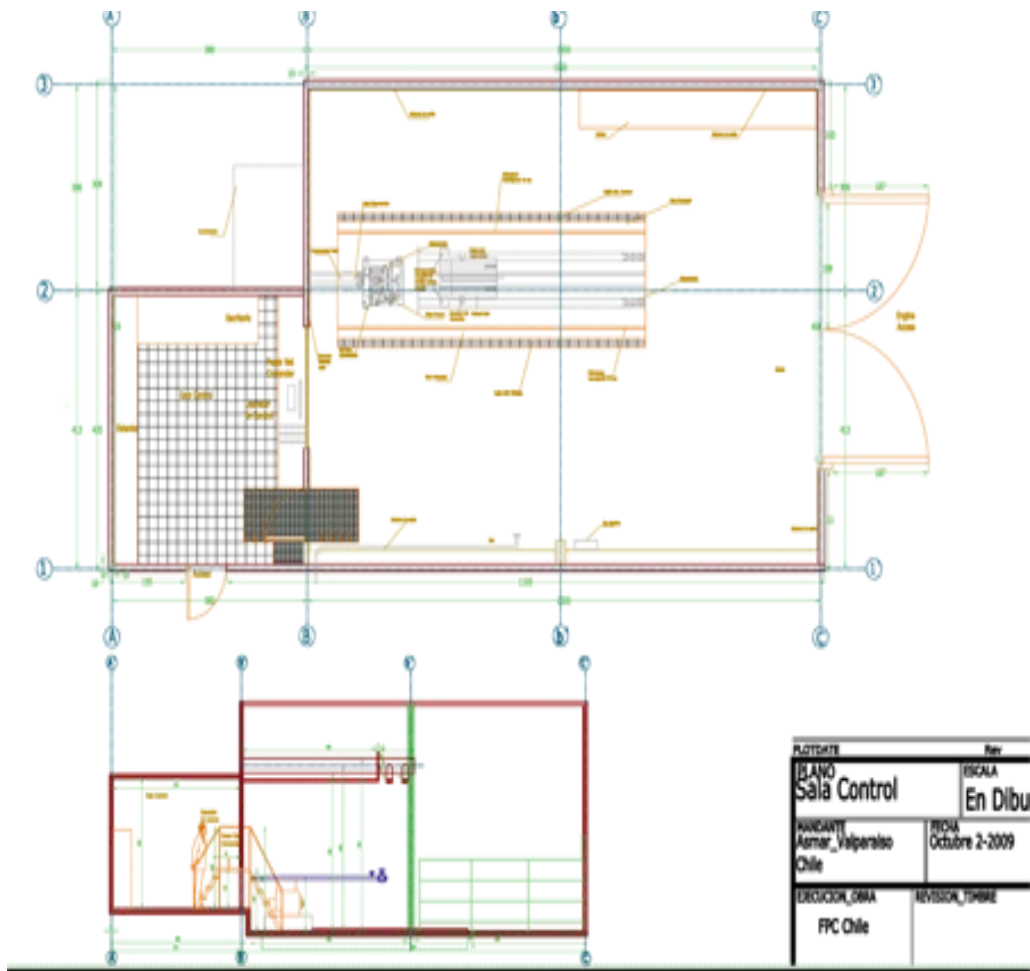
Fuente: Elaboración propia

Estos equipos los cuales son necesarios para la operatividad del banco, se entiende que son para el equipo descrito en este trabajo que es dinamómetro 35X06 y si se piensa adquirir uno de distinta marca y capacidades de carga, los equipos van a ser diferentes en sus especificaciones técnicas pero que en la mayoría de los casos de implementación de este banco son necesarios como sistemas en conjunto.

4.2. FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE IMPLEMENTOS PARA UN BUEN FUNCIONAMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS DINAMOMÉTRICO

A continuación se indicarán algunos trabajos de ingeniería que deben ser considerados a la hora de la instalación de un banco de pruebas ya sea en la fabricación, suministro e instalación de implementos para un buen funcionamiento del equipo. La ubicación, área de trabajo, instalaciones, instrumentación, ventilación y calor, ruido, expansión y otros.

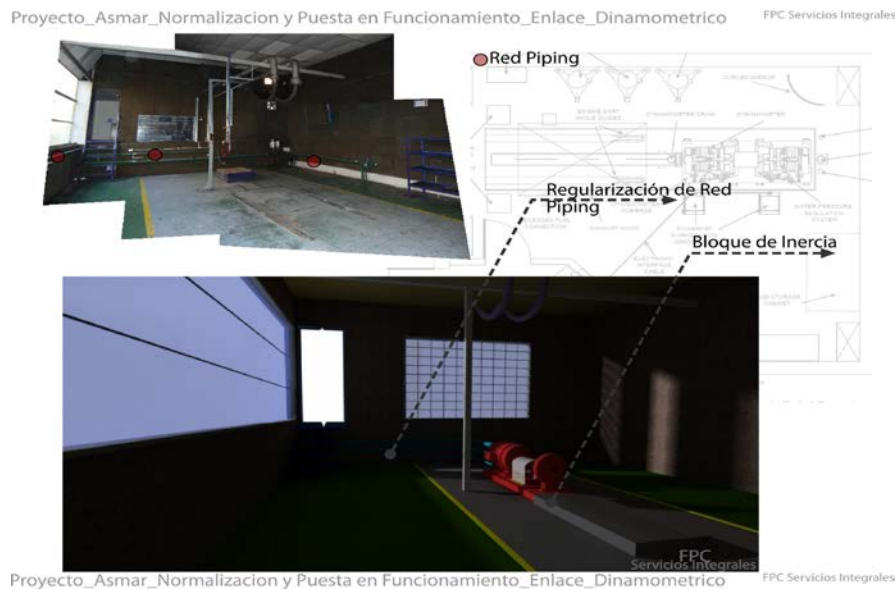
A. Por lo pronto, considerar el apoyo de obras civiles para iniciar el levantamiento tomándose en cuenta todo lo que involucra como el layout de la sala.



Fuente: Plano de FCP Servicios Integrales

Figura 4-1. Sala de banco de pruebas y sala de control

B. Construcción de bloque de inercia y los tramos de piping, que incluye fabricación de radier de piso, fabricación de fosa, retiro de escombros y cimientos, fabricación de bloque de inercia, instalación de juntas elásticas y bloque de inercia, sellado y pintura de piso.



Fuente: [www. FCP Servicios Integrales.com](http://www.FCP-Servicios-Integrales.com)

Figura 4-2. Bloque de inercia y red piping

C. Instalación de piscinas y torres de enfriamientos, para lo cual se debe considerar fabricación de soportes, ampliación de manto y estanques.



Fuente: www.torresenfriamiento.com

Figura 4-3. Torres de enfriamiento y estanques o piscinas de enfriamiento

D. Instalación de banco de bombas para sistema de enfriamiento y sistema de ventilación y extracción de gases.



Fuente: www.torresenfriamiento.com

Figura 4-4. Sala de bombas y sistema de ventilación

E. Sala de control con instalación de consola de control (PLC), gabinetes de mando, PLC Power Test con computador.



Fuente: www.powertest.com

Figura 4-5. Sala de control

F. Verificación de cálculos justificados mínimos, para la realización del proyecto, para ésto, todos los materiales, equipos o métodos de trabajo estén de acuerdo con la última revisión de las normas de Superintendencia de Electricidad y Combustibles

(SEC). Se consideraran parte integrante del proyecto las normas y reglamentos publicados por los siguientes organismos:

- Instituto Nacional de Normalización (INN)
- Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión (Nch 4/2003)
- Elaboración y Presentación de Proyectos (Nch 2/84)

Además se podrán utilizar otras normas internacionales aceptadas, con la condición de que cumplan o excedan las reglamentaciones indicadas anteriormente.

G. Instalación de dinamómetro montaje del equipo, de empalmes de piping, radiel de sala montaje de salidas de gases y silenciador, instalaciones eléctricas, instalación de columna de agua, fabricación de trinchera y pileta de derrame.



Fuente: www.FPC Servicios Integrales.com

Figura 4-6. Preparación radiel para montaje del dinamómetro

4.3. **FUNCIONAMIENTO DEL DINAMÓMETRO**

Los dinamómetros de prueba de potencia se fabrican para la facilidad en la operación y mantenimiento. Pueden ser equipados con varios accesorios opcionales para aumentar la productividad de la máquina. El propósito de usar un dinamómetro, es poner a prueba la capacidad de carga de un motor, antes de volver a colocarlo en servicio. Se permite la prueba de un motor nuevo o reconstruido recientemente en un entorno controlable. Una correcta ejecución en el motor debe durar más tiempo, funcionan mejor y cuestan menos de mantener.

Un dinamómetro se compone de tres grupos de la mayor parte: el conjunto giratorio, fijo y cuerpo absorbente.

- El banco está construido con uno o más rotores en un eje de entrada común. Este rotor conjunto se monta en el cuerpo absorbente en un par de rodamientos del eje.
- El cuerpo absorbente se compone de la entrada de agua necesaria y colectores de escape, las placas del estator que se montan entre los rotores, los anillos de descarga que separan a los estatores, y la carcasa que se utilizan para apoyar el ensamble.
- El conjunto del cuerpo absorbente, con su brazo de torsión, se apoya en un par de cojinetes de muñón que están montados en chumaceras y se sujeta a una base.

Un motor sin carga sólo puede producir la velocidad. El mantenimiento de una determinada rpm del motor requiere muy pocos caballos de fuerza. El dinamómetro es un medio por el cual se puede añadir una carga controlada y monitoreada. Con un tipo de freno de agua de un dinamómetro, la potencia del motor principal se convierte en calor del agua dinamómetro. Los rotores y estatores lograr esta transferencia de energía.

Tanto los rotores y estatores tienen bolsillos incorporados. Como el agua se lleva en el banco mediante pasajes de el estator, que se descarga en el banco cerca del centro de rotación del rotor. Esta agua entra en el dinamómetro de flujo en los bolsillos del rotor. El agua se acelera por la rotación del rotor, que se une al eje de salida del motor. A medida que se acelera, se tiende a volar por la fuerza centrífuga. Mientras lo hace, termina en los bolsillos similares en las placas del estator. El agua en el bolsillo del estator, tiende a agotarse y se reúne de nuevo por el conjunto del rotor giratorio. El agua vuelve a acelerar. Esta aceleración y desaceleración constante del agua al pasar del rotor al estator, convierte esta energía en calentamiento por fricción del agua. Este intercambio térmico de la potencia del motor de calentamiento por fricción del agua, se basa en las leyes de la física pura. Caballos de fuerza puede ser definida en términos de calor. Las cargas de calor se mide en términos de "BTU". Un BTU de calor, es la cantidad de calor que se necesitaría para elevar la temperatura de un libra de agua pura en un grado Fahrenheit. Cuando se trata de bancos de ensayo de agua, las cargas de calor en términos de BTU son importantes. Debido a que se está elevando la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit, tendremos que conocer algunas definiciones más. Hay 62,4 libras de agua pura en un pie cúbico. Hay 231 cúbic pulgadas en un galón de agua pura. Por lo tanto, un galón de agua pura pesaría $8 \frac{1}{3}$ libras. Un caballo de fuerza es igual a 2.545 BTU/hr, o de 45,5 BTU/min. Con la información anterior, se puede determinar la cantidad de agua que se necesita, para absorber dada la cantidad de

caballos de fuerza. La cantidad de agua en el banco en un momento dado, determina la cantidad de potencia que puede absorber. Cuanta más agua que está en el banco, más el dinamómetro puede absorber. No se puede poner más agua en el dinamómetro de la cantidad de nivel de potencia que se desea probar.

El poder de prueba del dinamómetro no se sostiene. Es sólo una herramienta para la conversión de la potencia en el calor del agua. Debido a ésto, se necesita un flujo por el banco en un momento dado. La cantidad de flujo varía con la cantidad de potencia que se absorbe y es directamente proporcional. Cuanto mayor sea la cantidad de carga necesaria, mayor será la cantidad de agua que se necesita ser suministrado. La cantidad de agua suministrada al banco es controlada por las válvulas. Ésto puede ser llevado a cabo por un par de válvulas de cierre manual de montaje en la línea de suministro de agua, o por la opción de entrada servo accionadas múltiples. Si las válvulas manuales o eléctricas se utilizan, ambos realizan la misma tarea. Cuanto mayor sea la abertura de la válvula, mayor es la cantidad de agua que permite que fluya al dinamómetro. Este flujo es directamente proporcional a la cantidad de potencia que se absorbe. Una válvula de escape o salida está montada en el banco. El propósito de esta válvula es la conservación del agua, al tiempo que permite el banco a ejecutar en diferentes temperaturas del agua de entrada. A medida que aumentan los caballos de fuerza es la conversión de calor del agua, la relación entre la entrada y salida de agua las temperaturas se convierte en una consideración importante. El agua en los dinamómetros de energía de prueba, se puede utilizar para en los dos extremos. Agua se convierte en un sólido a aproximadamente 32 °F y en gas a aproximadamente 212 °F. Siempre y cuando el agua que entra en el dinamómetro se encuentra en estado líquido, entre los extremos se mencionó anteriormente, se puede utilizar. El suministro de agua en el banco no debe superar los 110 °F con el fin de lograr la plena carga del dinamómetro capacidad. También se recomienda que la temperatura del agua de escape se mantenga por debajo de 160 °F tanto para seguridad del operador y de mantenimiento del equipo. Por debajo de esta temperatura, los minerales disueltos en el agua tienden a precipitarse más lentamente, evitando cualquier acumulación de internos del dinamómetro superficies y extender la vida útil del equipo.

La válvula de escape es un orificio controlado. Cuanto más se abre, mayor es el consumo de agua, ésto se puede ajustar, mientras que el banco se está operando. El ajuste promedio de esta válvula no es crítico. Por lo general, son inicialmente por el cierre de la válvula de cierre totalmente, luego de abrir la manija de la válvula uno y medio a dos vueltas abiertas. Éste es un buen punto para empezar si el agua está saliendo demasiado alta o demasiado baja la temperatura, cambiar la configuración de un cuarto

de vuelta. Una vez que un valor razonable es alcanzado, normalmente no hay necesidad de cambiar esta válvula de nuevo.

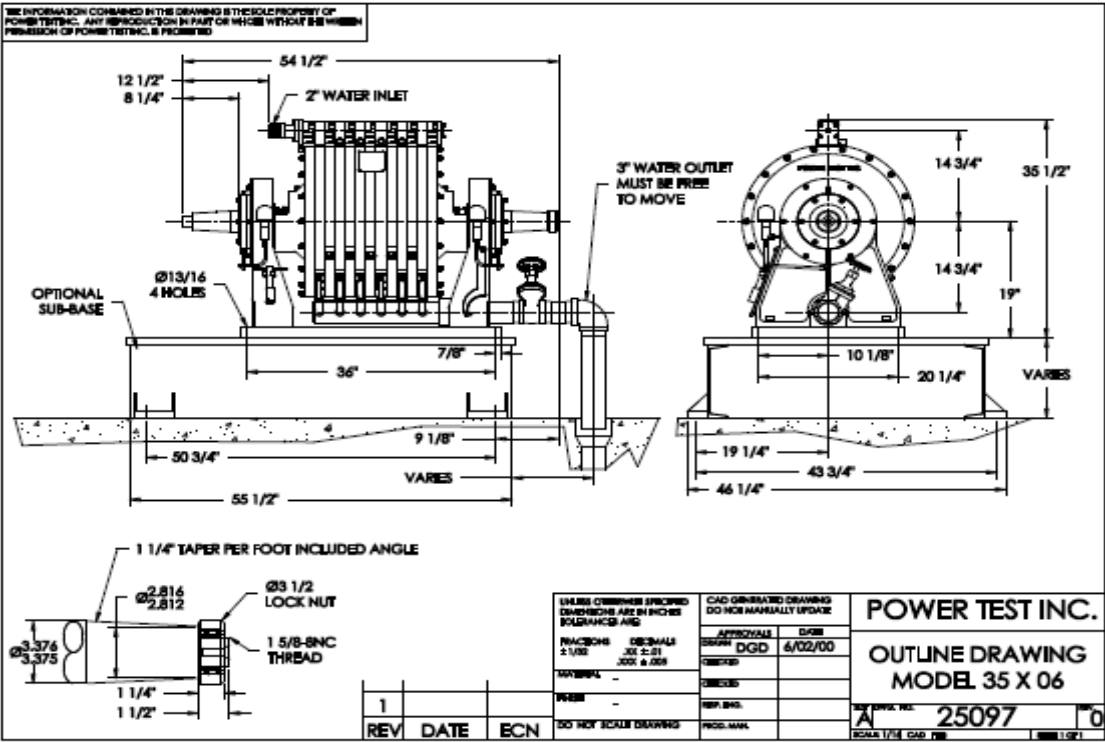
La prueba de potencia de la serie 35X de dinamómetros, se construye en varias secciones. Cada sección es capaz de absorber alrededor de 420 cv. Dinamómetros de las secciones 1, 2 o 3 tendrán una válvula de entrada para cada sección. Dinamómetros de cuatro o más secciones contarán con dos válvulas de admisión menos que el número de secciones. El propósito de las válvulas de admisión, es el tamaño del dinamómetro más cercano a la capacidad de potencia del motor a probar.

El modelo 35x06 consta de seis secciones y es capaz de 2.100 hp Tiene cuatro válvulas de admisión. Si un motor del tamaño de entre 50 a 700 hp van a ser probados, todas las válvulas de admisión se cierran. Si se hace funcionar un motor en el tamaño de hp de 700 a 1.400, se abren dos de las válvulas. Motores de 1.400 a 2.100 hp tamaño requeriría que todas las válvulas de admisión se abren. Al abrir una válvula, no hace ninguna diferencia la válvula que se ha seleccionado. Además, al apagar la válvula, se sugiere que no las cierre totalmente. La razón es que cuando el rotor gira en su compartimento, se genera calor por fricción del viento. Este viento tiende a calentar el cuerpo del banco y se hace lo suficientemente caliente, que se sentiría a piel desnuda.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-7. Dinamómetro Power Test 35X06



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-8. Dinamómetro Power Test modelo 35X06 en corte 1:16

4.4. PRECAUCIONES ANTES DE COLOCAR EN SERVICIO

Antes de probar un motor, una serie de precauciones se deben tomar para que sus resultados no se vean interrumpidos o invalidados. El programa de mantenimiento debe ser repasado y la máquina lubricada, donde sea necesario. También la exactitud de los instrumentos deben ser revisados y restablecer, si es necesario.

A. Se sugiere que el banco tenga un suministro de agua de entrada entre 45 a 65 psi regulados, antes de entrar a la válvula reguladora la cual es regulada entre 30 a 45 psi. Si la presión del agua no está regulada, la carga en el dinamómetro tendrá cambios en la proporción en la variación en la presión del agua. El agua a alta presión, la respuesta a un cambio en la válvula de carga puede ser más rápido, pero más difícil de controlar. A bajas presiones, se debe tener más tiempo para estabilizarse en un entorno de carga.

B. Debido a que el agua se necesita para fluir a través de una tubería para llegar al dinamómetro, hay un ligero desfase entre el momento de carga y la carga real en el dinamómetro.

C. El sello permite unas gotas de fugas de agua, cuando están bajo carga. Esta fuga es para evitar el sobrecalentamiento del eje por el embalaje. En el caso de la fuga es excesiva, las tuercas deben ser ajustadas.

D. Debido a que el dinamómetro mide el par motor mediante la medición de un par de reacción, nada debe ser montado en él para restringir sus movimientos o el desequilibrio de la máquina. Hacer de que todas las tuberías y conexiones eléctricas en el dinamómetro no restringen la absorción de la libre circulación.

E. Los engrasadores rodamiento del eje, son de un tipo de auto-nivelación.

4.5. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS PARTICULARES PARA CADA TIPO DE MOTOR

A. Plato de acople entre el eje cardán del dinamómetro y volante del motor: uno por cada tipo de motor.

B. Trincas del lado libre del motor al carro de transporte: distintas dependiendo de cada tipo de motor.

C. Conexiones de termocupla y sensores de presión: niples intercambiables dependiendo de la medida a usar en cada tipo de motor.

D. Conexiones de descarga de gases: distintas dependiendo del tipo de motor y fuelle de descarga a usar.

E. Conexiones de admisión y descarga de agua de enfriamiento: distintas dependiendo del tipo de motor.

F. Conexiones de admisión y retorno de combustible: niples intercambiables dependiendo de cada tipo de motor.

G. Conexiones eléctricas al motor de partida: adaptable a cualquier tipo de motor de partida.

H. Conexión al motor del acelerador: distintas dependiendo de configuración del acelerador del motor.

I. Conexiones de admisión y retorno de aceite prelubricado: niples intercambiables dependiendo de cada tipo de motor.

F. Conexiones de admisión y retorno de agua del precalentador: niples intercambiables dependiendo de cada tipo de motor.

4.6. OPERACIÓN BÁSICA

Antes de realizar una prueba, las siguientes conexiones posibles deben tenerse en cuenta.

Termocupla: Para conectar una sonda de temperatura, en primer lugar establecer la profundidad de la sonda en el conector de compresión. la profundidad de la sonda será determinado por la ubicación del fluido a medir. Una vez que el ajuste de compresión se ha engarzado en una sonda, que no pueden ser reubicados. La sonda se puede utilizar una y otra vez, pero la profundidad debe ser resuelta. Después de la conexión de compresión está montado en la sonda, los adaptadores NPT se necesarios para que coincida con la conexión de la sonda a su ubicación final. Con la sonda en su lugar, conecte el extremo hembra de la extensión amarilla en la sonda y el extremo macho en el controlador de LT.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-9. Conexión al motor por temperatura hacia caja de control

Conexiones de presión: Para conectarse a un puerto de presión, en primer lugar establecer la longitud del tubo de presión. Un tubo de presión se compone de $\frac{1}{4}$ " tubo flexible con accesorios de compresión en cada extremo, un extremo que termina en un macho NPT (se conecta en el motor) y la otra que termina con una desconexión rápida (se conecta al controlador LT).

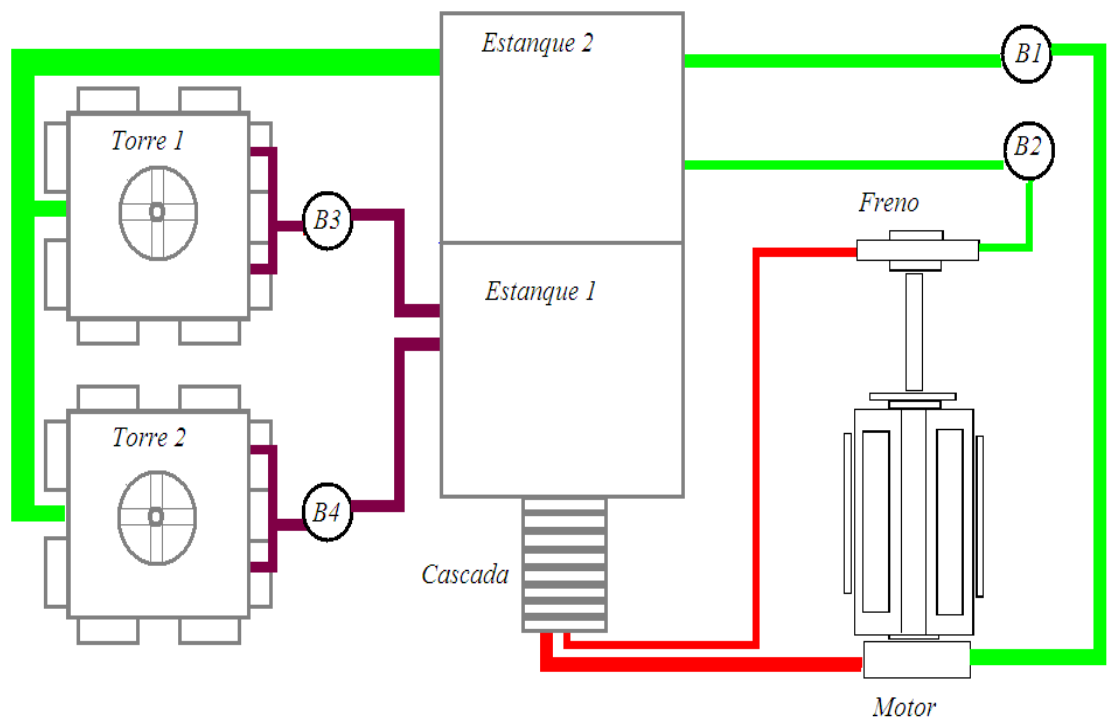


Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-10. Conexiones de presión de motor a controlador LT

4.7. CIRCUITO DE ENFRIAMIENTO

La figura 4-11, muestra un esquema del circuito del agua de enfriamiento. El agua es bombeado del estanque N° 2, por las bombas N° 1 y N° 2, hacia el motor y el freno respectivamente. Aquí el agua del circuito absorbe la energía recibido por el agua de enfriamiento del motor junto con la energía del trabajo sobre el freno. Una vez que el agua pasa por el motor y el freno el agua comienza la eliminación de la energía o calor del circuito de enfriamiento mediante una cascada de enfriamiento en forma de escalera, que extrae parte de la energía contenida en el agua, depositándola en el estanque N° 1. Luego el agua es transportada mediante las bombas N° 3 y N° 4 hacia las torres de enfriamiento N° 1 y N° 2 respectivamente. Aquí gran parte de la energía almacenada en el agua es eliminada mediante convección forzada en el interior y el agua es depositada en el Estanque N° 2 iniciando nuevamente el circuito.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-11. Circuito de enfriamiento

4.8. ACOPLAMIENTO ELÁSTICO

4.8.1. Propósito

Debido a que el banco en promedio está llamado a prueba de diferentes niveles de potencia del motor, la conexión entre el motor y el dinamómetro se ha convertido en un elemento crítico. Este problema se hizo más importante, ya que los usuarios comenzaron a comprar un dinamómetro mayor capacidad. Aunque la mayor capacidad dinamómetros son necesarias, la mayoría de los motores se está probando en el rango de potencia de una cuarta parte la capacidad del banco. Estos motores más pequeños harían que los impulsos de torsión, ya que se ejecutan en sus velocidades críticas. En algunos motores de estas velocidades críticas, estaban dentro del rango en el que las pruebas de dinamómetro debían hacerse. Estos impulsos de torsión causan vibraciones que reduciría en gran medida la vida de la unidad los ejes y, en menor grado, la vida útil del motor, dinamómetro e instrumentación.

Utilizando una pequeña capacidad de un dinamómetro, un motor de potencia pequeña o una gran capacidad de dinamómetro en un motor de gran potencia como

resultado de los impulsos de torsión no se noten. Ésto, sin embargo, requiere la necesidad de dos o más bancos de ensayo, salas de banco y accesorios, para reducir estos problemas, el acoplamiento elástico fue diseñado. Aunque el acoplamiento elástico no elimina los impulsos de torsión que se mueven entre un rango de velocidad fuera del área normal de un banco de prueba.

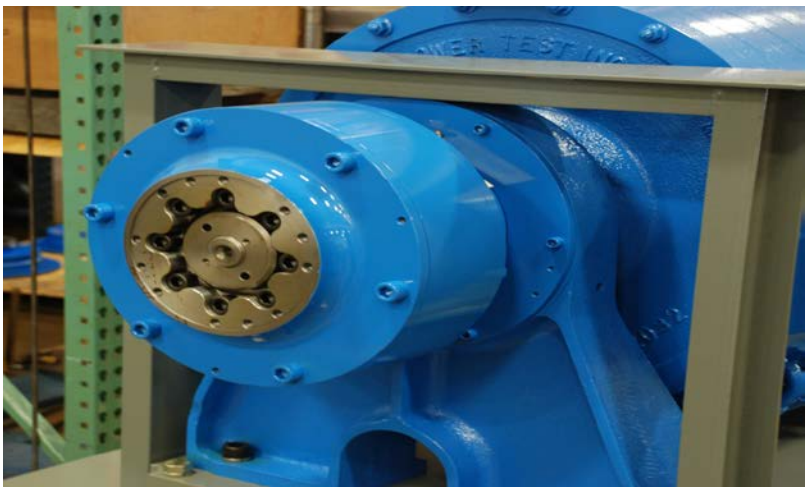
4.8.2. Función

Los acoplamientos elásticos tienen un centro de tipo araña interior, que se monta en el eje del dinamómetro. El exterior araña se desliza sobre el eje con un bloque de resistencia (neopreno) colocado entre cada dedo de las dos araña ensambladas. Una placa de la unidad se monta en el exterior de la araña. La placa de la unidad está atornillada a pernos de amarre.

En funcionamiento, el motor a su vez, el eje de transmisión, lo que convierte a la araña exterior. La araña exterior, siendo separada de la araña interior de los bloques de resistencia, entonces transmite la fuerza a través de estos bloques al interior de araña y el dinamómetro. Impulsos de torsión se amortiguan por estos bloques en una forma similar a la forma en que un amortiguador de viscosidad opera cuando se monta en el extremo del ventilador de un motor.

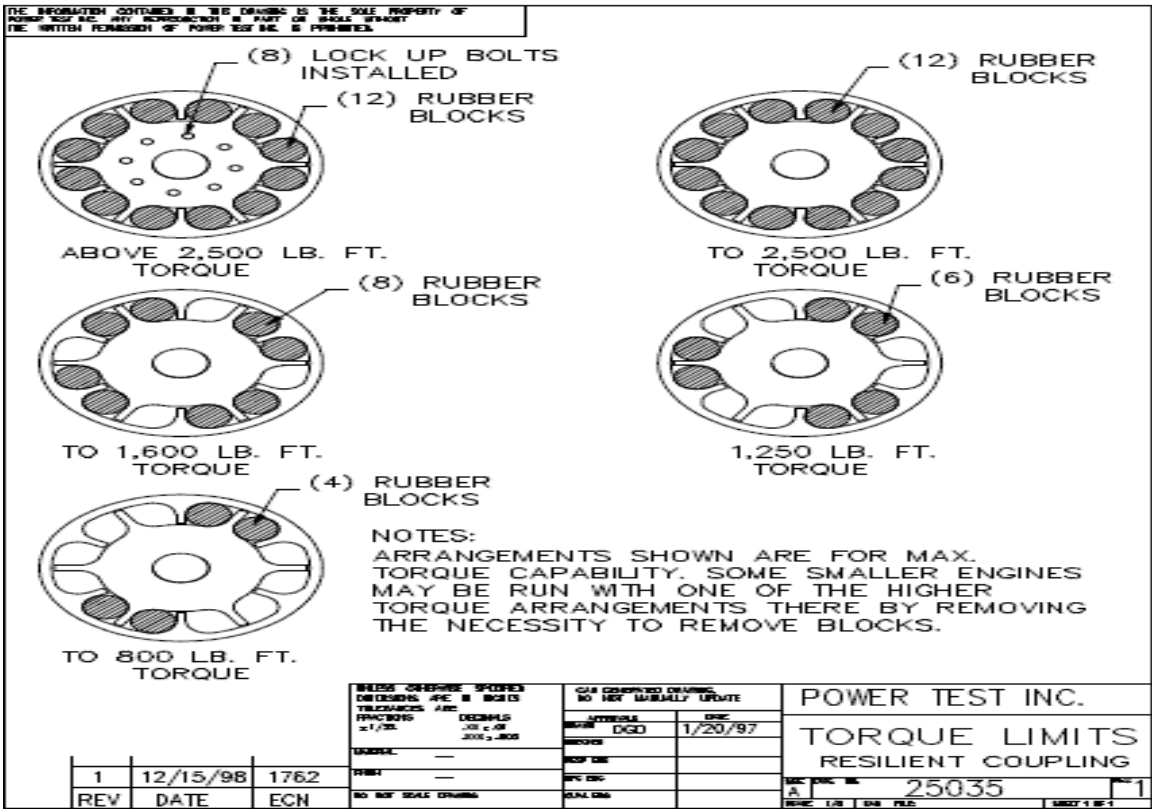
El acoplamiento es capaz de transmitir un máximo de 2.500 lb-ft de par motor cuando se conduce a través de la bloques. Esta tasa se puede reducir a 66 %, 50 o 33 % por la eliminación de los bloques de dos en dos, ésto se convierte en importante cuando se prueba un motor muy pequeño en un gran banco. Por medio de la adecuada encuentra las aberturas, el acoplamiento puede ser siempre controlada para determinar cuántos bloques se encuentran en la acoplamiento sin tener que desmontar o remoción del motor. Los motores pueden ser probados hasta la capacidad del banco sin cambiar acoplamientos. El acoplamiento puede ser controlado, para determinar si los tornillos de bloqueo se instalan sin el desmontaje o traslado del motor.

Anillos de bronce al desgaste proporcionan una superficie de apoyo renovables para el acoplamiento si se utilizan como una forma flexible conexión. Asegúrese siempre de que los anillos están en buenas condiciones, para evitar daños en el acoplamiento y dinamómetro.



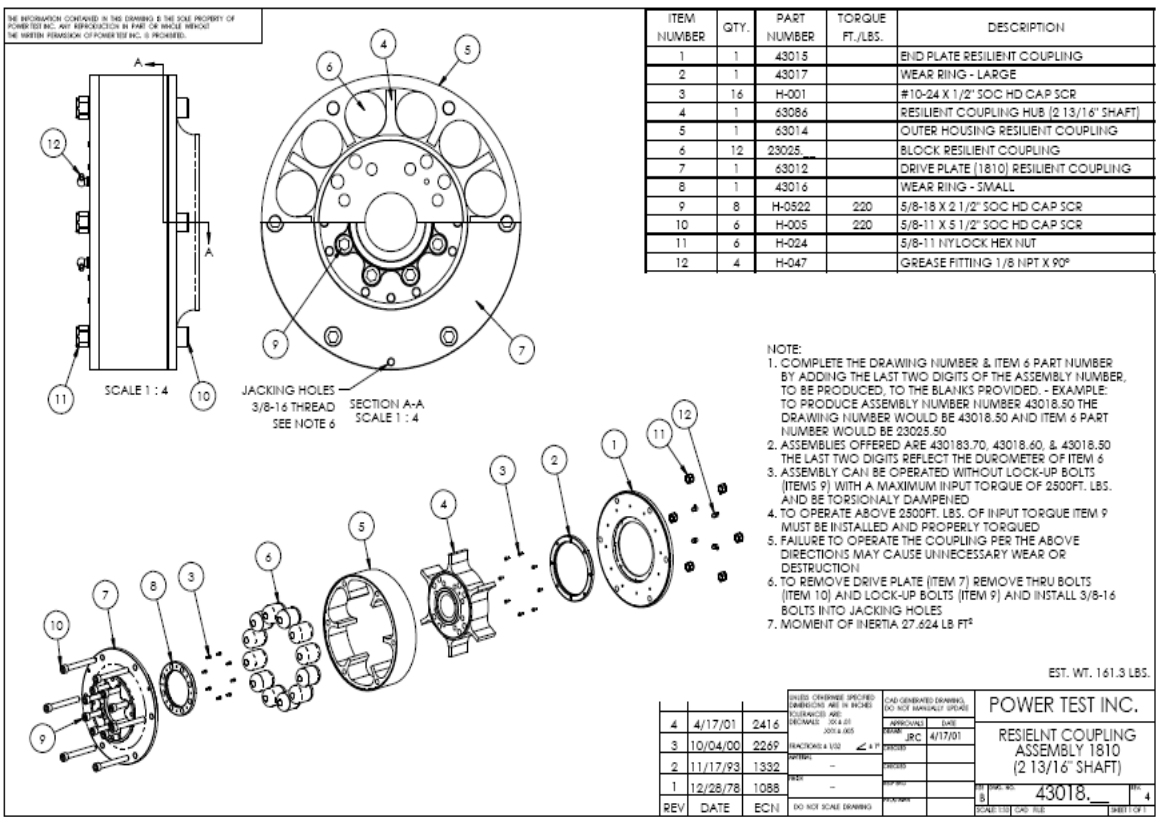
Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-12. Acoplamiento elástico



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-13. Límites de torque por cantidad de gomas en corte 1:4



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-14. Partes del acoplamiento elástico en corte 1:10

4.9. EJE TRANSMISIÓN CARDÁNICA

4.9.1. Propósito

La conexión final entre el banco de energía de prueba y un motor, se realiza mediante un eje cardán. La conexión de eje de transmisión, permite una cierta desalineación entre el cigüeñal del motor y la entrada del banco brida. A pesar de una forma muy conveniente de conectar un dinamómetro al equipo a prueba, las siguientes precauciones, deben ser atendidas cuando se use un eje universal, la unidad conjunta:

- Torque según las especificaciones del fabricante antes de cada carrera del motor.
- No exceder la capacidad especificada por el fabricante.
- Mantener adecuadamente el eje de transmisión como se especifica en la sección de mantenimiento de este manual.
- Evitar las vibraciones.

4.9.2. Función

Este protector se ha construido de 1/4" de placa de acero, para proporcionar garantía de protección en el caso de falla del eje de transmisión. No puede en ningún modo garantizar la protección de los pernos rotos eje de transmisión o accesorios de conexión que pueden convertirse en proyectiles. Una cubierta desmontable se ha incorporado para permitir que el acceso a los componentes del tren motriz, manteniendo la fuerza y la seguridad. El protector de eje de transmisión se debe ajustar a la altura de funcionamiento y, o bien atornillada o soldada en su posición.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-15. Transmisión cardánica

4.10. MANTENIMIENTO DEL DINAMÓMETRO

Este programa de mantenimiento se basa en el uso promedio de 24 horas reales funcionando en una semana. Las modificaciones a este horario pueden ser cambiadas según el requerimiento de pruebas. La siguiente es una lista de puntos de lubricación y mantenimiento para la prueba de equipos Power Test Inc.

Muñoneras - Chasis de lubricación en dos lugares. Mensualmente durante los primeros seis meses, cada tres meses a partir de entonces.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-16. Lubricación muñoneras por graseras

Eje de Copas oleaginosas: Dos lugares. SAE # 30 (no detergente) debe ser visible en las tasas. Checkear antes de cada ejecución.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-17. Lubricación de ejes por copas de relleno

Teflón sello positivo: Comprobar mediante la observación de orificio de drenaje. Si la fuga es evidente, reemplace el sello.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-18. Revisar sello de agua

Sensor tacómetro: En dos lugares. Esta operación sólo debe realizarse si la velocidad errática en lecturas se anotan.

- Eliminar pick-up magnética y soplar con aire comprimido las partículas metálicas que pueden ser unido a la punta. No limpie.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-19. Revisar pickup

Las articulaciones de carga celular Ball: Si está equipado con los puntos de engrase, lubricación con chasis lubricar cada tres meses.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-20. Revisar articulaciones

Aire de arranque: Piñon gear

- Coloque el chasis de lubricación en los dientes del engranaje bi-mensual.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-21. Motor de partida neumático

Acoplamiento Elásticos: Cuatro puntos de engrase

- Grasa cada diez horas de operación. Nota: debido a que la alta frecuencia de oscilación en esta área, los sellos de grasa se utilizan en el acoplamiento. Por lo tanto, un par de chorros de lubricación del chasis para todas las aplicaciones es adecuado.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-22. Acoplamiento elástico

Lubricación del eje: Mensual. Los cojinetes sólo contienen suficiente grasa para proporcionar protección durante el almacenamiento. Es necesario para lubricar por completo antes de la puesta en marcha para evitar un fallo prematuro.

- Lubricar la cruz y los cojinetes con SAE # 140 # 250 de grasa. El Lubricante debe aparecer en las cuatro graseras, teniendo los sellos de cada conjunto para asegurar la cruz eliminando la suciedad y la contaminación.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-23. Lubricar eje de transmisión cardánica

Apoyo frontal universal para motor: Limpiar las varillas roscadas de cualquier material extraño y aplicar lubricante de chasis, cada tres meses.

- Una graseras en el centro, chasis lubricante cada tres meses.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-24. Lubricar soporte frontal

Ruedas: Columna de enfriamiento, la consola de instrumentación, armario de almacenamiento, compresor de aire

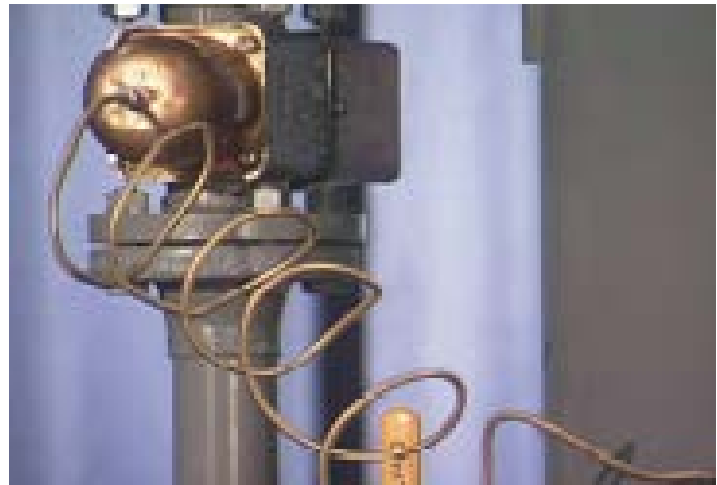
- Ejes y cojinetes de grasa lanzador giratorio mensuales con chasis de lubricación.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-25. Lubricar ruedas de carro transportes

La temperatura de refrigeración columna de válvula de control: El rango de temperatura de la válvula se encuentra estampada en el lado de la válvula. Ésto se puede ajustar girando el tornillo de cabeza cuadrada en la parte posterior.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-26. Ajustar rango de temperatura

Columna de refrigeración visor y tubo: La frecuencia de limpieza dependerá de la limpieza de la camisa de agua de los motores, sometidos a ensayo.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-27. Limpieza de camisa de agua

Control remoto de válvulas de agua: Cremallera y piñón de montaje. Cada tres meses, el control y la grasa con un chasis de lubricación.



Fuente: Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test

Figura 4-28. Revisar sensor de control remoto y lubricar

CAPÍTULO 5: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA

5. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA

5.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para dar curso al proyecto, se solicitara la asistencia de un contratista que diseñarán y cotizarán lo que concierne a trabajos para la construcción de la sala de banco de pruebas, para lo cual se incorporarán elementos estructurales, mecánicos y eléctricos, los que serán valorizados y ejecutados por el contratista.

En lo que respecta a la compra del dinamómetro y sus equipos para su funcionamiento se cotizará con la firma de la marca Power Test Inc. la cual este proyecto apunta. Los valores y cotizaciones pueden atender a cambios por los precios actuales que trabajen los vendedores, pero que para este análisis se acercan a sus valores.

Para la realización del proyecto, se debe hacer un plan de inversión, el cual es necesario determinar según la situación inicial de cada taller que desea adquirir un freno para un banco de pruebas de motores para lo cual darán algunos pasos a seguir.

- Identificación del plan;
- Objetivos y políticas del ciclo con que se encuentra relacionado el plan;
- Indicar si el plan es nuevo o continuación de uno en ejecución;
- Cargo del ejecutivo responsable;
- Situación inicial (diagnóstico);
- Origen del plan;
- Metas del plan;
- Actividades del plan;
- Requerimiento de recursos;
- Destino de la inversión;
- Tipo de inversión;
- Flujo de caja, y
- Itemización.

Después de describir el plan se deberá analizar y definir a la luz de los antecedentes recopilados de cada taller lo que puede esperar del proyecto, recomendando o no su realización.

Es corriente que en todo este proceso interarticulado, se van modificando cualquiera de sus partes a medida que se van encontrando nuevos antecedentes, los que pueden alterar algunas partes ya estudiadas del proyecto en elaboración.

5.2. **COSTOS POR EQUIPOS ASOCIADOS A LA MARCA POWER TEST**

A continuación, se entregará un desglose de valores de equipos por la empresa Power Test Inc. Todos estos valores, deben ser actualizados, ya que las cotizaciones van variando de precio según el tiempo de solicitud de cotizaciones a la empresa.

Tabla 5-1. Cotización de productos Power Test Inc.

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR (\$)	VALOR (US\$)
1	1	Freno hidráulico dinamométrico 35X06 2.100 hp (1.500 kw) - Seis discos, cuatro de los cuales se puede cerrar para probar motores más pequeños. -Máxima condiciones operacionales: Max. Torque: 7485 lb-pie (10.150 N-m) -capaz de operar en cualquier dirección de rotación. - Capacidad de absorción de potencia definida en al curva 25083 -Lubricación constante de rodamiento del eje. N° Parte 35X06	19.978.560	38.337
2	1	Sub-Base -Precisión en la superficie del suelo -Accesorios de fábrica de alineación N° Parte 63141	1.693.672	3.250
3	1	Sistema computacional -Computador/monitor/impresora para control -4 Sensores de Temperatura termocupla -2 Transductores de presión -Sensor magnético de velocidad de rpm N° Parte 23594BASE	8.193.726	15.723

Fuente: Cotización Power Test Dynamometer

Tabla 5-1. Cotización de productos Power Test Inc. (continuación)

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR (\$)	VALOR (US\$)
4	1	Acoplamiento flexible de torsión -Amortigua los picos de par y los armónicos perjudicables -Prolonga la vida útil del Dinamómetro y componentes del tren motriz N° Parte 43018	2.104.322	4.038
5	1	Eje transmisión cardanico -Capaz de transmitir 6.500lb-pie (8.800Nm) de torque intermitente. N° Parte 43087	740.525	1.421
6	1	Protector eje Cardanico N° Parte 73177	821.300	1.576
7	1	Sistema de control de carga N° Parte 43929,05	2.385.733	4.578
8	1	Acelerador electrónico para PowerNet LT N° Parte 43843,3	1.245.500	2.390
9	1	Carro transporte motor N° Parte 63094	2.702.580	5.186
10	2	Guías de transporte de motor N° Parte 63095	155.296	298
11	1	Soporte delantero del motor N° Parte 63095	1.255.923	2.410
12	1	Columna de enfriamiento N° Parte 63069	2.205.799	4.235
13	1	4 Dias de entrenamiento en terreno	2.692.794	5.170
Valor Total			46.153.560	88.612

Fuente: Cotización Power Test Dynamometer

Nota: 1 US\$ = \$521 al 30 Diciembre del 2011

5.3. **COSTOS POR INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS**

Para la evaluación de costos por la construcción, fabricación y montajes de estructuras, piping, calderería, obras civiles, electricidad, instrumentación y servicios en terreno. Se estimarán algunos valores de cotizaciones hechos por una sola empresa, que se adjudicará el proyecto. Algunos trabajos de implementación, pueden ser adquiridos como utilización de mano de obra del taller, que para este ejercicio se solicitará una empresa de sistemas de ingeniería.

Tabla 5-2. Cotización por parte de empresa contratista

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR EN (\$)	VALOR (US\$)
1	2	Dos Torres de enfriamiento de agua compacta, marca “BENTON” - Con pileta recolectora de tiro inducido y flujo de aire –agua en contracorriente modelo BT-2109/S. -Capacidad total 5.100.000 kcal/h Capacidad por torre 2.125.000 kcal/h -Caudal agua circulación total 85 m ³ /h Caudal agua circulación por torre 42,5 m ³ /h -Temperatura de entrada 55 °C - Temperatura de salida 30 °C - Presión de alimentación 2,25 mca	8.325.062	15.979
2	2	Bombas de agua caliente -1100 l/min a H=14.7 -Marca EBARA	949.977	1.823
3	1	Sistema computacional -Computador/monitor/impresora para control -4 Sensores de Temperatura termocupla -2 Transductores de presión -Sensor magnético de velocidad de rpm N° Parte 23594 BASE	8.193.726	15.723
4	1	Fabricación e instalación de red eléctrica y señal de sala control -Instalación de tubería eléctrica -Instalación de cableado eléctrico en Dinamómetro -Ubicación tableros eléctricos -Ubicación tableros de control	920.342	1.766
5	1	Montaje de dinamómetro -Instalación de salidas de gases y silenciador. -Montaje de empalmes de piping -Instalación de columna de agua -Otros: - Protección acústica -Estanques de agua - Suministros -Mano de obra	14.647.333	7.631
6	1	Construcción de sala de banco de pruebas y sala de control -De hormigón armado y bloque de inercia incluido	25.000.000	28.790
7	2	Ventilador y extractor	1.500.000	4.578
8	4	Sistema de recirculación de agua enfriamiento para motor y dinamómetro -Bombas centrifugas	2.000.000	3.838
Valor Total			61.536.440	118.112

Fuente: Elaboración propia

Para la adquisición de capacidades para la reparación de motores que para este trabajo es el de la adquisición de un dinamómetro se analizara un ejemplo explicativo de cómo se llevo la idea de la aprobación del proyecto.

Una empresa que preste servicio solo de reparación y esta evaluando la adquisición de un banco de pruebas y el cual firma un contrato a contar del 2012 donde se le estipule hacer overhaul y pruebas a un parque de 32 motores y (3 RXR) de lanchas patrulleras, y desea evaluar el plan de inversión. Debe tener una demanda la cual la tiene para el ejercicio que son los 35 motores y según sus mantenimientos hacer el plan anual de pruebas:

Tabla 5-3. Plan de demandas de motores

Plan anual	Demanda esperada
2012	4
2013	3
2014	4, posible se adelante 2 del 2014
2015	4
2016	8
2017	12
2018	2

Fuente: Elaboración propia

Para lograr cumplir con el objetivo que es quedarse con el contrato debe estudiar las capacidades necesarias que tiene y las faltantes que son:

- Poseer el taller para reparar motores
- Costos de implementación del banco (infraestructura, equipos, capacitación, etc.)

5.4. **FLUJO DE CAJA**

Este flujo de caja, se ha considerado como ingreso las ventas por concepto de motores que sean probados en el banco de pruebas, con una variación del precio según la hp del motor y las cantidades anuales que entren a prueba. Con lo que respecta a los egresos, los costos por concepto de gastos de energía, combustibles, aceites, agua de

enfriamiento e insumos y personal de especialistas que intervienen en la prueba (mínimo 2 personas), mantenimiento y préstamos requeridos los cuales se van a considerar para este flujo de caja. Este flujo de caja, puede ser mejorado según los requerimientos que posea cada taller que desee implementar este banco, ya que se pueden minimizar algunos costos según la implementación que posean y la capacidad del dinamómetro que deseen adquirir, sea menor a la aducida a este trabajo de título, para este análisis de prefactibilidad económica, se consideró casi la totalidad en cuanto a inversión a necesitar para la implementación del banco de pruebas.

Tabla 5-4. Costos por concepto de ventas

COSTOS DE VENTAS	VALOR MENSUAL (\$)	VALOR ANUAL (\$)
PUBLICIDAD	300.000	3.600.000
SUELDOS ESPECIALISTAS	850.000	10.200.000
SUMINISTROS	400.000	4.800.000
PRESTAMOS	350.000	4.200.000
TOTAL	1.850.000	22.800.000

Fuente: Elaboración propia

Se debe hacer notar que este flujo, puede ser mejorado según las cantidades de motores que pasen por el banco y que para este flujo de caja se evaluó, según lo más mínimo de entradas de motores 5 por mes los cuales entre los 100 a 490 hp con un valor de \$ 1.200 y entre los 500 a 2100 hp con un valor de \$ 1.500, los cuales en cantidad de motores probados al año son 60 los cuales según la tasa de crecimiento del taller puede variar considerablemente cada año si entran más motores. Este escenario es considerado normal según los datos adjuntos, pero va cambiar considerablemente con la cantidad de motores que se ingresen al banco de pruebas y presenciar un escenario optimista de hay hacia delante y cambiar la figura de saldo por recuperar en un más corto plazo de años.

Tabla 5-5. Elaboración de flujo de caja

EVALUACION ECONOMICA											
Flujo de caja	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión (ingresar datos con signo negativo)	-107.690.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ingresos (ingresar datos con signo positivo)	0	38.000.000	38.000.000	38.000.000	38.000.000	38.000.000	38.000.000	38.000.000	38.000.000	38.000.000	38.000.000
VENTAS entre 0 a 490HP	0	13.000.000	13.000.000	13.000.000	13.000.000	13.000.000	13.000.000	13.000.000	13.000.000	13.000.000	13.000.000
VENTAS entre 500 a 2100 HP	0	25.000.000	25.000.000	25.000.000	25.000.000	25.000.000	25.000.000	25.000.000	25.000.000	25.000.000	25.000.000
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Egresos (ingresar datos con signo negativo)	-659.056	-30.341.333	-30.341.333	-30.391.333	-30.441.333	-30.441.333	-30.541.333	-30.541.333	-30.541.333	#####	-30.541.333
COSTOS Armada	0	-7.800.000	-7.800.000	-7.800.000	-7.800.000	-7.800.000	-7.800.000	-7.800.000	-7.800.000	-7.800.000	-7.800.000
COSTOS Particulares	0	-15.000.000	-15.000.000	-15.000.000	-15.000.000	-15.000.000	-15.000.000	-15.000.000	-15.000.000	#####	-15.000.000
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Intereses de préstamos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capacitación	-397.056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantenimiento	0	-100.000	-100.000	-150.000	-200.000	-200.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000
Seguros	-262.000	-262.000	-262.000	-262.000	-262.000	-262.000	-262.000	-262.000	-262.000	-262.000	-262.000
Depreciación		-7.179.333	-7.179.333	-7.179.333	-7.179.333	-7.179.333	-7.179.333	-7.179.333	-7.179.333	-7.179.333	-7.179.333
Otros gastos operacionales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resultado A, de I.	-659.056	7.658.667	7.658.667	7.608.667	7.558.667	7.558.667	7.458.667	7.458.667	7.458.667	7.458.667	7.458.667
Impuestos	0	-1.531.733	-1.531.733	-1.521.733	-1.511.733	-1.511.733	-1.491.733	-1.491.733	-1.491.733	-1.491.733	-1.491.733
Resultado D, de I.	-659.056	6.126.933	6.126.933	6.086.933	6.046.933	6.046.933	5.966.933	5.966.933	5.966.933	5.966.933	5.966.933
(+) Depreciación	0	7.179.333	7.179.333	7.179.333	7.179.333	7.179.333	7.179.333	7.179.333	7.179.333	7.179.333	7.179.333
(+) Préstamos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-) Amortización de préstamo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo neto	-108.349.056	13.306.267	13.306.267	13.266.267	13.226.267	13.226.267	13.146.267	13.146.267	13.146.267	13.146.267	13.146.267
Flujo neto descontado	-108.349.056	13.306.267	13.306.267	13.266.267	13.226.267	13.226.267	13.146.267	13.146.267	13.146.267	13.146.267	13.146.267
Saldo por recuperar	0	-95.042.789	-81.736.523	-68.470.256	-55.243.989	-42.017.723	-28.871.456	-15.725.189	-2.578.923	0	0
Datos que deben ser ingresados											
Tasa de impuesto		20%		Tasa de descuento		8%		Vida útil activo		Vida útil proyecto	
								15		10	
Resultados											
VAN		TIR		Depreciación anual							
\$ 4.374.061,07		9%		-7.179.333							

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Visto lo expuesto en el estudio de prefactibilidad, para la instalación de un banco de pruebas dinamométrico y de acuerdo a los antecedentes que se recopilaron, es viable para una empresa que trabaja en el rubro de reparación de motores y que se encuentra en una competencia fuerte en este rubro.

El trabajo de título realizado, concentra la mayoría de los aspectos que se tendrá que tener en cuenta para considerar la implementación de un banco, el estudio técnico financiero va depender de la situación actual que posean las empresas y los requerimientos que estos necesiten para su optimización en el mercado.

Esta implementación debe ser determinante, para lograr las capacidades necesarias para entregar un equipo en las más altas pruebas de rendimiento logrando con estas pruebas la potencialidad del motor ajustado. Todo lo recopilado puede ser de gran ayuda para las fases de la prefactibilidad del proyecto para la idea de la instalación de un dinamómetro y el banco de pruebas.

La evaluación económica muestra, que el proyecto es viable además se pueden afinar valores que cada empresa visualice ya sea con la empresa que se adjudique el proyecto y sus costos.

En resumen, el cumplimiento de la totalidad de los objetivos planteados en el proyecto proporciona, una vista clara de las necesidades de un banco de pruebas dinamométrico para un taller, todo confirmando su importancia que conlleva a una necesidad que los clientes están dispuestos atender para que sus equipos se encuentren 100 % operativos para la productividad de la empresa.

Se recomienda para cada caso que se desee aprobar el proyecto se debe estudiar la situación actual de la empresa y sus capacidades para una buena decisión.

BIBLIOGRAFÍA

Manual de Servicio y Mantenimiento Power Test Dinamómetro 35X, Revisión 1 090128.
Disponible con Alejandro Espinoza Salgado. Mail: alejandroespinozas@hotmail.com

Catalogo Dinamómetro Clayton Sertec R.T. LTDA. Disponible con Alejandro Espinoza Salgado. Mail: alejandroespinozas@hotmail.com

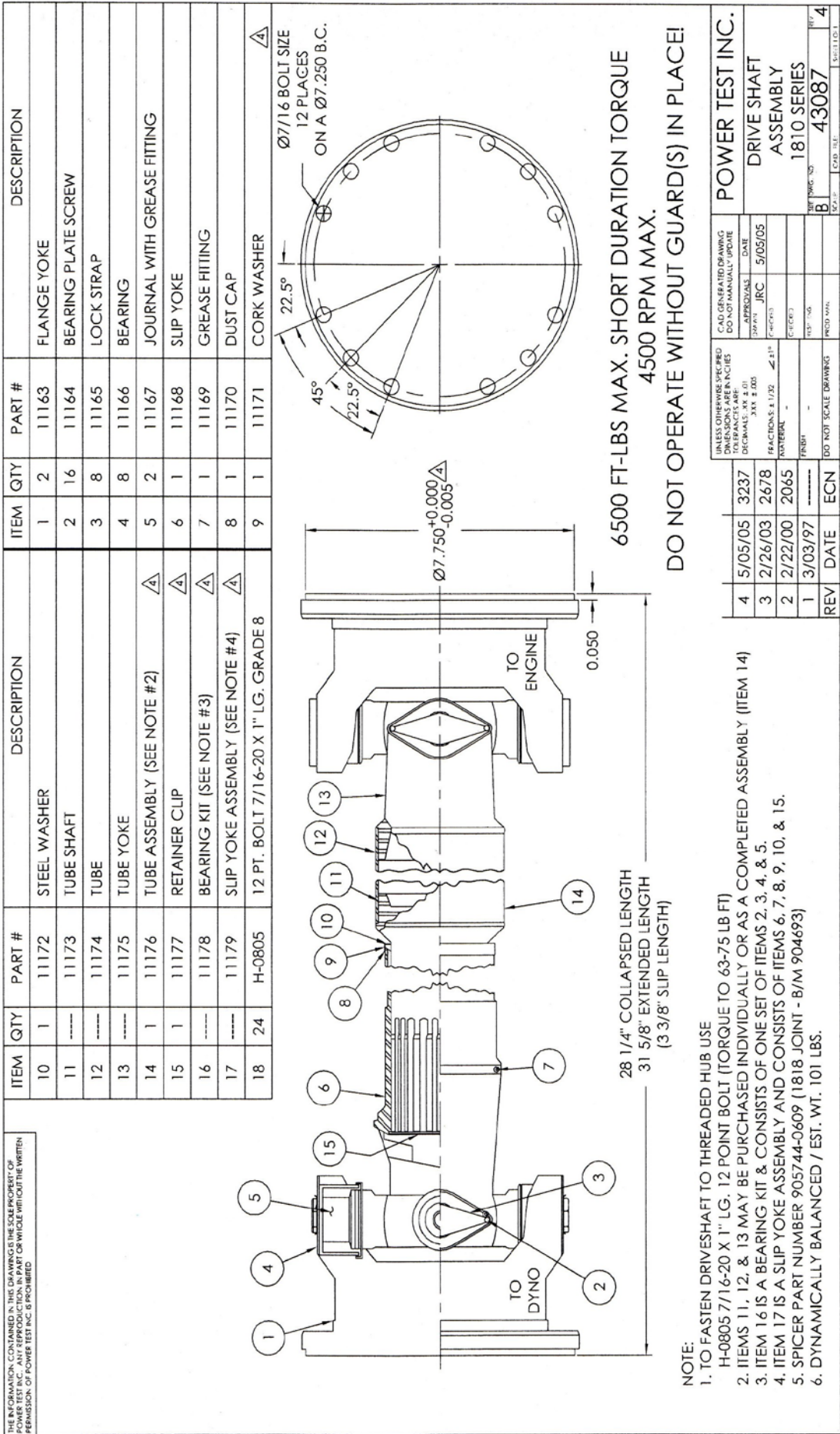
Motores Diesel 2da Edición, H. Blume ediciones Madrid, España.

ANEXOS

ANEXO 1: PLANO DINAMÓMETRO ESCALA 1:8

[illegible]

ANEXO 3: SISTEMA EJE CAR DÁNICO ESCALA 1:4



ANEXO 4: COLUMNA DE ENFRIAMIENTO ESCALA 1:8

ANEXO 5: CELDA DE CARGA ESCALA 1:4

ANEXO 6: GLOSARIO

Par de Motor	: El torque o par es el nombre que se da a las fuerzas de torsión. Para que la torsión exista se requieren 2 fuerzas (par), que se ejercen en sentido opuesto. El valor del par depende del radio de acción de la fuerza (brazo). La mayor o menor torsión que genera una fuerza, depende de la distancia al punto de pivote. A mayor brazo mayor par.
Potencia	: La potencia es trabajo mecánico que incorpora en su valor el parámetro tiempo. Es decir, la potencia se expresa con un número que cuantifica el trabajo efectuado durante un lapso de tiempo.
Rotor	: Parte giratoria de la maquina rotativa
Estator	: Parte fija de la maquina rotativa
Hidrocínética	: Estudio del movimiento de los líquidos
Galón	: Unidad de volumen
Absorción	: La absorción es el proceso por el cual átomos, iones o moléculas son atrapados o retenidos
Enrutamiento	: Es la función de buscar un camino entre todos los posibles en una red de paquetes cuyas topologías poseen una gran conectividad
Carcinógeno	: Un agente carcinógeno, tanto físico como químico o biológico, es aquel que actúa sobre los tejidos vivos de tal forma que produce cáncer.
Insonorizadas	: Acondicionar un lugar para aislarlo de sonidos y ruidos.
Power Net	: Empresa que diseña y entrega servicios y soluciones en el ámbito de la operación de las tecnologías de información.
Commander Computer:	El equipo computacional es el cerebro detrás del banco. El cual establece conexiones entre el controlador del dinamómetro.
LT Controller	: Recibe y procesa las señales entre el ordenador y el comando del motor.