



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Desarrollo de línea de
ensamble de motobombas para
Kohler de México SA de CV**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A

Erik Daniel Mendoza Rocha

ASESOR DE INFORME

M. en I. Efraín Ramos Trejo



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

CONTENIDO

Lista de tablas e imágenes	i
I.- Introducción	1
1.- Objetivo	2
2.- Antecedentes de la empresa y descripción del puesto	3
Kohler de México SA de CV	3
Filosofía de Kohler Company	4
Descripción del puesto de trabajo.....	6
3.- Antecedentes del proyecto	7
4.- Contexto de participación profesional	16
Requerimientos del proyecto.....	16
Justificación financiera	17
Precio objetivo	18
Pronóstico de venta	20
Costo objetivo para ensamble en México.....	21
Cadena de suministro.....	22
Plan de trabajo	22
Análisis de costos del proceso de ensamble de la bomba al motor de gasolina	25
Inversión para el banco de pruebas	30
Propuesta de cambio de diseño	33
Diseño I (Estado actual – China).....	33
Diseño II (Ensamblada en México).....	37
Diseño III (Ensamblada en México).....	40

Creación de la línea de ensamble	47
5.- Resultados	54
6.- Conclusiones	65
Recomendaciones	66
Bibliografía	67
Anexos	78
Glosario de conceptos	87

LISTA DE TABLAS E IMÁGENES

Tablas

Tabla 3.1 Diferencias bombas desplazamiento positivo y bombas centrifugas	10
Tabla 4.1 Características técnicas del motor 6.5 Hp Kohler (SH265)	16
Tabla 4.2 Comparativa de precios USD	19
Tabla 4.3 Pronóstico de ventas	20
Tabla 4.4 Costo de ensamble	21
Tabla 4.5 Plan de trabajo	23
Tabla 4.6 Análisis de costos	25
Tabla 4.7 Análisis de costos bombas	29
Tabla 4.8 Inversión para banco de pruebas	32
Tabla 4.9 Medidas marco de moto bomba diseño I	35
Tabla 4.10 Medidas marco de moto bomba diseño II	38
Tabla 4.11 Medidas marco de moto bomba diseño III	40
Tabla 4.12 Comparativa entre diseños de bombas	46
Tabla 4.13 Estudio de tiempos y movimientos para el ensamble de la bomba	48
Tabla 5.1 Resultados moto bomba 2"x2" diseño I (anterior)	54
Tabla 5.2 Resultados moto bomba 3"x3" diseño I (anterior)	55
Tabla 5.3 Resultados moto bomba 2"x2" diseño III (actual)	56
Tabla 5.4 Resultados moto bomba 3"x3" diseño III (actual)	57

Imágenes

Imagen 2.1 Oficinas centrales de Kohler Company en Kohler, Wisconsin	3
Imagen 2.2 Logo de Kohler Company en Kohler, Wisconsin	3
Imagen 3.1 Clasificación general de bombas	7
Imagen 3.2 Bomba rotodinámica	8

Imagen 3.3 Bomba de desplazamiento positivo.	9
Imagen 3.4 Impulsor.	12
Imagen 3.5 Difusor.	13
Imagen 4.1 Motor 6.5 Hp Kohler.	17
Imagen 4.2 Marco de motobomba diseño I.	34
Imagen 4.3 Barrenos para kit de montaje diseño I.	35
Imagen 4.4 Medidas marco de bomba diseño I.	35
Imagen 4.5 Caja de cartón - empaque.	36
Imagen 4.6 Impulsor de moto bomba China Fuzhou Hailin Machinery Co., Ltd.	36
Imagen 4.7 Difusor de moto bomba China Fuzhou Hailin Machinery Co., Ltd.	37
Imagen 4.8 Medidas marco de moto bomba diseño II.	38
Imagen 4.9 Moto bomba diseño II.	39
Imagen 4.10 Medidas marco de moto bomba diseño III.	40
Imagen 4.11 Moto bomba diseño III.	41
Imagen 4.12 Ficha técnica bombas proveedor SUMEC Inc.	44
Imagen 4.13 Difusor proveedor SUMEC Inc.	45
Imagen 4.14 Impulsor proveedor SUMEC Inc.	46
Imagen 4.15 Medidas de la línea de ensamble.	51
Imagen 4.16 Estaciones de trabajo.	51
Imagen 4.17 Componentes y ubicaciones en línea de ensamble.	52
Imagen 4.18 Acciones de acuerdo a hojas de procesos.	53
Imagen 5.1 Curva rendimiento moto bomba 2"x2" diseño I.	55
Imagen 5.2 Curva rendimiento moto bomba 3"x3" diseño I.	56
Imagen 5.3 Curva rendimiento moto bomba 2"x2" diseño III (actual).	57
Imagen 5.4 Curva rendimiento moto bomba 3"x3" diseño III (actual).	58
Imagen 5.5 Curva rendimiento moto bombas Honda.	58

Imagen 5.6 Línea de ensamble.	59
Imagen 5.7 Banco de pruebas.....	62

I. INTRODUCCIÓN

Si vivimos en una ciudad, es posible que no le demos demasiada importancia a la manera en que el agua que usamos diariamente llega a nuestro hogar. Aún las ciudades pequeñas suelen contar con una red de suministro domiciliario, por lo que lo único que se necesita saber es cómo abrir la llave para obtener el preciado elemento. Sin embargo, más allá de las ciudades, en las zonas rurales, la situación es totalmente diferente, el suministro de agua es independiente de las casas colindantes, por lo que cada hogar cuenta con su propio pozo y sistema mecánico para extraer el agua. En estos tratamientos de agua, se tienen que trasladar grandes volúmenes del líquido, ya sea para continuar con el proceso o para mover la materia de un lugar a otro.

Una solución a este conflicto y tema primordial de este trabajo, resultan ser las bombas de agua. Existe una gran variedad de sistemas de alimentación para estos equipos: electricidad (voltaje de CA y CC), combustible (gasolina o diesel), a vapor, sistemas hidráulicos, sistemas a gas natural, sistemas neumáticos o de aire comprimido, sistemas manuales (bombas de pozo) y sistemas por energía solar. De todos estos sistemas, este trabajo se estará ocupando solamente de los sistemas alimentados por gasolina.

Las motobombas a gasolina en México poseen un campo de aplicación muy extenso, se pueden encontrar en el área de construcción, agrícola, industrial, doméstico, e incluso recreacional.

Razón de ser del estudio y justificación

En este documento se detalla el procedimiento y justificación para mudar, de China a las oficinas de Kohler de México SA de CV, en la Ciudad de México, el ensamble de motobombas con motor a gasolina.

Esta tesina es motivada por la necesidad de plasmar en un documento el trabajo realizado durante la permanencia en la compañía Kohler de México SA de CV, siendo además una actividad que integra los conocimientos de Ingeniería y Administración en el ámbito laboral actual.

1. OBJETIVO

El objetivo primordial es migrar el ensamble de motobombas centrífugas con motor a gasolina a la Ciudad de México, anteriormente ensambladas en China. Ensamblando las motobombas en la Ciudad de México, permite un precio más competitivo en el mercado, evitando de esta manera el impuesto de importación del 15% para este tipo de producto si proviene totalmente ensamblado de China.

Para ensamblar estos equipos en las oficinas de Kohler de México se modificará parte de las instalaciones existentes que anteriormente se usaban para fabricar motores.

Así mismo se buscará por medio del mismo proveedor en China, una bomba más eficiente para mejorar las prestaciones del producto ensamblándolo en México.

Otro objetivo comercial del proyecto, es incrementar las ventas a un volumen anual de 5,500 unidades por año, para el año 2020. Logrando así mismo, los siguientes objetivos secundarios:

- Precio más competitivo de la motobomba. Se logrará evitando el 15% de impuesto de importación de acuerdo a la fracción arancelaria. Esto se logrará ya que Kohler de México cuenta con inscripción al programa IMMEX, para el Fomento de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación.
“El Programa IMMEX es un instrumento mediante el cual se permite importar temporalmente los bienes necesarios para ser utilizados en un proceso industrial o de servicio destinado a la elaboración, transformación o reparación de mercancías de procedencia extranjera importadas temporalmente para su exportación o a la prestación de servicios de exportación, sin cubrir el pago del impuesto general de importación, del impuesto al valor agregado y, en su caso, de las cuotas compensatorias.” [1]
- Mejora en el diseño de las motobombas, con la finalidad de que se ajusten al mercado latinoamericano.

Obteniendo un diseño adecuado para México y un precio competitivo en el mercado, se logrará que Kohler de México gané mercado al competidor principal que tiene, Honda de México, quien actualmente cuenta con 38.5% de mercado, vendiendo 40,000 motobombas por año.

[1] Industria Manufacturera, Maquiladora y Servicio de Exportación [online]. México: Secretaría de Economía, 2016. Disponible en: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/industria-y-comercio/instrumentos-de-comercio-externo/immex>

2. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA Y DESCRIPCIÓN DE PUESTO

Kohler de México SA de CV

Kohler Company es una compañía fundada en Kohler, Wisconsin, en USA en 1873 por John Michael Kohler, dedicada a la fabricación de productos para baño, cocina, equipos de potencia, bombeo y generación, en la Imagen 2.1 se muestra el edificio principal.



Imagen 2.1 Oficinas Centrales Kohler Company, Wisconsin E.U.A.

Kohler de México SA de CV es una empresa fundada en 1964, con sede en la Ciudad de México. Kohler de México es filial de la compañía Kohler Company y como extensión del corporativo, se encarga de organizar el departamento comercial, de servicio y garantías para los mercados Mexicano, Centroamericano y Sudamericano. En la Imagen 2.2 se muestra la entrada a las oficinas centrales.



Imagen 2.2 Oficinas Centrales Kohler Company, Wisconsin E.U.A.

FILOSOFIA DE KOHLER COMPANY

MISIÓN

“Brindar un estilo de vida refinado”

La empresa y todos los asociados, tienen la misión de contribuir a lograr tener un estilo de vida refinado para aquellos que son conmovidos por nuestros productos y servicios.

Un estilo de vida refinado está caracterizado por cualidades de encanto, buen gusto y generosidad en espíritu. Se caracteriza además por la auto realización y el realce de la naturaleza.

Reflejamos esta misión en nuestro trabajo, en nuestro enfoque en equipo para cumplir con los objetivos y en cada uno de los productos y servicios que ofrecemos a nuestros clientes.

VALORES FUNDAMENTALES

“Vivir al borde del liderazgo”

Kohler Company siempre se esforzará en vivir al borde del liderazgo en el diseño y tecnología en nuestros productos y procesos. En 1873 la empresa nació de la invención y la inventiva. Cada día nos inspiramos y motivamos de nuestras raíces. A su vez, seguiremos ofreciendo productos y servicios de vanguardia.

“Un solo nivel de calidad”

Mantener un solo nivel de calidad en todas las categorías de productos y servicios. Los precios varían según las diferencias en materiales, funciones y detalles de diseño, pero nunca deben variar en calidad. Siempre tendremos presente a las personas a las que estamos atendiendo, ofreciendo una entrega rápida y consistente al usuario final.

“Reinvertir en nosotros mismos”

Kohler reinvierte un promedio de al menos 90 por ciento de nuestros ingresos en la compañía anualmente. Esto permite a nuestra compañía privada crecer a un ritmo constante.

“Personas enfocadas al servicio”

Contratar a personas enfocadas al servicio, que disfruten resolver problemas, que sean apasionadas por su trabajo y negocio, que lo apropien y sean responsables.

HABILIDADES FUNDAMENTALES

“Concentrarse en el cliente final”

Hacer del consumidor y de sus necesidades, por más contradictorias que parezcan al intermediario, el principal objetivo de la retroalimentación, análisis y acciones.

“Crear confianza”

Proveer información a otros de manera honesta, completa y sin manipulaciones. Recibir información abiertamente y tomando en consideración las ideas de los demás.

“Impulsar la mejora continua”

Tomar acción para mejorar las condiciones y los procesos existentes, seguir métodos apropiados para identificar las oportunidades, implementar las acciones y medir su impacto.

“Establecer altos estándares de desempeño”

Asumir la responsabilidad para alcanzar los objetivos y realizar las tareas de una manera exitosa, desarrollar estándares de excelencia, en lugar de esperar a que los mismos sean impuestos.

Descripción del puesto de trabajo

Puesto: Representante de Ventas Senior

Objetivos del puesto: Responsabilidad de ventas de equipos diesel y gasolina para México y Centro América, adicionalmente equipos a gasolina para Sudamérica.

Contexto de la región:

- 625 millones de habitantes en la región.
- Responsabilidad sobre 20 países.

El territorio o zona a cubrir requiere de cualidades y conocimientos únicos por país.

Descripción de tareas:

Debido a la estructura, a la cantidad de personal de Kohler de México y del territorio a cubrir, las funciones que desempeñé son más amplias de lo usualmente requerido en el segmento en que se encuentra la compañía. Se debe contar con conocimiento en todos los aspectos de la empresa, ya que la mayoría del tiempo se viaja solo, y la creación y negociación con nuevos clientes se realiza mayormente en sitio.

- Capacidad para administrar con éxito un proyecto desde el inicio, hasta la entrega o realización del mismo, ya sea para el desarrollo de nuevas especificaciones de motores o proyectos de interés para la compañía.
- Responsabilidad sobre 60 cuentas, Distribuidores, Fabricantes y Talleres de Servicio en México, Centro y Sudamérica.
- Conocimiento amplio en Comercio Exterior, para negociaciones de productos en el territorio cubierto.
- Conocimiento técnico de los equipos para poder brindar capacitaciones técnicas en sitio y soporte técnico a distancia. Tanto para equipos diesel como gasolina.
- Conocimiento en Mercadotecnia, apoyo en realización de estudios de mercado, análisis de presencia de mercado con sistema informático, estructura de precios, benchmark contra la competencia, asistencia y apoyo en eventos y ferias locales.

3. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Uno de los diversos equipos fabricados por Kohler Company, son motobombas centrífugas fabricadas y ensambladas en China. Kohler de México actualmente importa dichas motobombas y las comercializa en los mercados que atiende. Sin embargo los mercados latinoamericanos se distinguen por ser culturalmente muy diferentes al mercado Europeo o Americano, por lo que el producto actual no está correctamente diseñado para cumplir los requerimientos demandados en la región.

3.1 Clasificación de las bombas para agua

Una bomba de agua es un dispositivo mecánico usado para mover fluidos de una presión baja a una presión alta; esto se logra mediante la adición de energía al sistema. Las bombas se clasifican en dos grandes grupos, bombas rotodinámicas y bombas de desplazamiento positivo (Imagen 3.1).

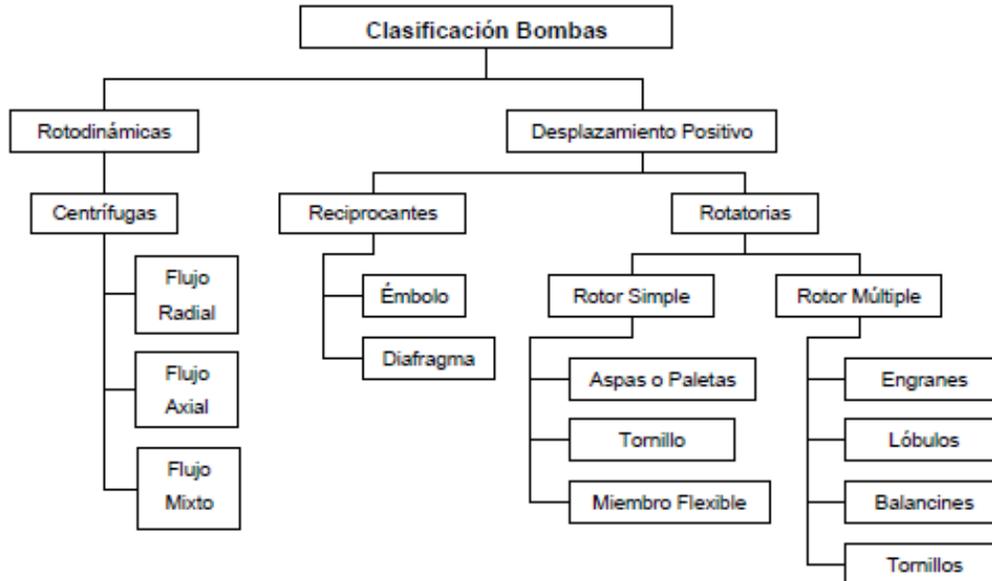


Figura I.1 Clasificación General de las Bombas [1]

Imagen 3.1 Clasificación General de las Bombas

3.1.1 Clasificación de Bombas dinámicas y Bombas de Desplazamiento

Las bombas pueden clasificarse considerando el tipo de aplicación al que están destinadas, los materiales con que se construyen, los fluidos que manejan y por su orientación en el espacio. Todas estas clasificaciones sin embargo, se limitan en amplitud y tienden sustancialmente a traslaparse entre sí. Este sistema básico basado en el principio por el cual se agrega energía al fluido divide a las bombas en dos grandes grupos:

Bombas Rotodinámicas

Su principio de funcionamiento se basa en añadir energía al fluido continuamente para incrementar su velocidad dentro de la máquina a valores mayores de los que existen en la descarga, de manera que la subsecuente reducción en velocidad dentro del equipo, produce un incremento en la presión (Imagen 3.2).



Imagen 3.2 Bomba Rotodinámica

Bombas de Desplazamiento

Su principio de funcionamiento se basa en agregar energía al fluido periódicamente mediante la aplicación de la fuerza a uno o más límites móviles de un número deseado de volúmenes que contienen un fluido, lo que resulta en un incremento directo en presión hasta el valor requerido, todo ello con la finalidad de desplazar el fluido a través de válvulas o aberturas en la línea de descarga (Imagen 3.3).



Imagen 3.3 Bomba de Desplazamiento Positivo

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Una bomba rotodinámica generalmente se usa para obtener grandes caudales y bajas presiones, en cambio una bomba de desplazamiento positivo se usa generalmente para obtener caudales bajos y presiones elevadas; en la tabla a continuación (Tabla 3.1) se ejemplifican las diferencias principales entre las bombas de desplazamiento positivo y las bombas centrífugas.

Dependiendo la aplicación y necesidad o requerimiento, se define que tipo de bomba usar, a grandes rasgos la principal diferencia es la forma en la que bombean, las roto dinámicas, como su nombre lo indica, generan el impulso a través de un movimiento de rotación (bombas centrífugas), y las bombas de desplazamiento positivo, a través de una compresión (por ejemplo las bombas de engranes, lóbulos, paletas, etc.). Es por eso que en aplicaciones con fluidos de alta viscosidad, las bombas de desplazamiento positivo son mejor opción, al tener la cualidad de poder generar presiones mucho mayores que las rotodinámicas.

Tabla 3.1 Diferencias Bombas desplazamiento positivo y Bombas centrífugas

BOMBAS DESPLAZAMIENTO POSITIVO	BOMBAS CENTRIFUGAS
Adecuadas para altas presiones y bajos caudales (hasta 3300 G.P.M.)	Adecuadas para presiones reducidas o relativamente medianas (requieren de 2 o más etapas para incrementar la presión) y altos caudales (hasta 120000 G.P.M.)
El cambio de presión produce un pequeño efecto sobre la eficiencia mecánica	El cambio de presión genera un cambio dramático sobre la eficiencia mecánica
La eficiencia mecánica se incrementa con el aumento de la viscosidad	La eficiencia mecánica disminuye con el aumento de la viscosidad, debido al incremento de las pérdidas por fricción
Excelentes para bombear fluidos de alta viscosidad	Bombean fluidos viscosos
El caudal se mantiene constante o aumento cuando se incrementa la viscosidad del fluido	El caudal disminuye al incrementarse la viscosidad del fluido
El caudal es constante por lo que es independiente de la presión	El caudal varía en función de la presión o el cabezal de descarga
No pueden bombear fluidos que contengan sólidos abrasivos	Pueden bombear mezclas de sólidos y líquidos

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Este trabajo se enfocó en las bombas centrífugas dentro del segmento de las bombas rotodinámicas, ya que son este tipo de bombas, las contempladas para el desarrollo de la línea de ensamble en Kohler de México y son las mismas bombas que manejan los competidores principales en el segmento en el que se ubica Kohler. Cabe resaltar que este tipo de bombas constituyen, no menos del 80% de la producción mundial de bombas, debido a varios factores: son las más adecuadas para manejar más cantidad de líquido que las bombas de desplazamiento positivo, son equipos que otorgan un caudal constante y una presión uniforme, su tamaño es compacto para aplicaciones agrícolas-caseras y tienen un muy bajo mantenimiento. La suma de todos estos factores han logrado que sean la opción predilecta para los usuarios finales en aplicaciones agrícolas y de construcción livianas.

3.2 Descripción del funcionamiento y componentes de una bomba centrífuga

Las bombas centrífugas son siempre rotativas y son un tipo de bombas que transforman la energía mecánica de un impulsor. Las bombas centrífugas son equipos que consisten de un conjunto de álabes rotatorias dentro de una caja o carcasa. Se denominan así porque la presión que crean se atribuye a la acción centrífuga. Los álabes imparten energía al fluido por la fuerza de esta misma acción.

Este tipo de bombas incrementan la energía de velocidad del fluido mediante este elemento rotante (álabe), aprovechando la acción de la fuerza centrífuga, y transformándola a energía potencial a consecuencia del cambio de sección por donde circula el fluido en la parte estática, la cual tiene forma de voluta y/o difusor.

La fuerza centrífuga producida, depende tanto de la velocidad en la punta de los álabes y de la densidad del líquido.

Funcionamiento de una bomba centrífuga.

Primeramente se aplica energía procedente de un componente externo, ya sea un motor eléctrico o a gasolina que hace girar al impulsor dentro de la carcasa. Los álabes del impulsor, al girar, producen un vacío parcial en la entrada del impulsor. Esto hace que el líquido de trabajo entre en el impulsor desde la tubería de aspiración. Debido al movimiento centrífugo, este líquido es impulsado hacia afuera, a lo largo de los álabes, con una velocidad creciente. La energía cinética que ha adquirido el líquido cuando pasa los extremos de los álabes se transforma en energía de presión al momento que llega a la cámara del difusor y sale por la tubería de descarga.

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

En resumen, la característica principal de la bomba centrífuga es la de convertir la energía de una fuente de movimiento (el motor acoplado como componente externo) primero en velocidad (o energía cinética) y después en energía de presión.

Las bombas centrífugas funcionan mejor para el transporte de líquidos que contengan sólidos en suspensión, pero poco viscosos. Su caudal es constante, elevado y tienen bajo mantenimiento. Este tipo de bombas presentan un rendimiento elevado para un intervalo pequeño de caudal pero su rendimiento es bajo cuando transportan líquidos viscosos. Estos factores hacen que este tipo de bombas sean adecuadas para bombear agua limpia, sin sólidos abrasivos.

Las bombas centrífugas, son ideales para movimientos de líquidos, con una profundidad máxima de succión de 7 m ó 9 m.

Componentes de una bomba Centrífuga

Impulsor

El impulsor es un elemento móvil, formado por unas paletas o álabes divergentes unidos a un eje que recibe energía del exterior como se puede observar en la siguiente figura.



Imagen 3.4 Impulsor

Difusor

El difusor está encerrado en una cámara, llamada carcasa o cuerpo de bomba. El difusor está formado por unos álabes fijos divergentes, que al incrementarse la sección de la carcasa, la velocidad del agua disminuye, lo que contribuye a transformar la energía cinética en energía de presión, mejorando el rendimiento de

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

la bomba. Tanto el difusor como el impulsor se pueden manufacturar en diversos tipos de materiales dependiendo del uso y tipo de fluido con el que estarán en contacto.

Según la forma y disposición, las bombas centrífugas son de 2 tipos:

- De voluta: la carcasa tiene forma de caracol, rodeando el impulsor, de tal forma que el área de flujo de agua aumenta progresivamente hacia la tubería de descarga (Imagen 3.5 a).
- De turbina: la carcasa va provista de unos difusores fijos dispuestos de tal forma que el área de flujo se ensancha progresivamente hacia la salida (Imagen 3.5 b).

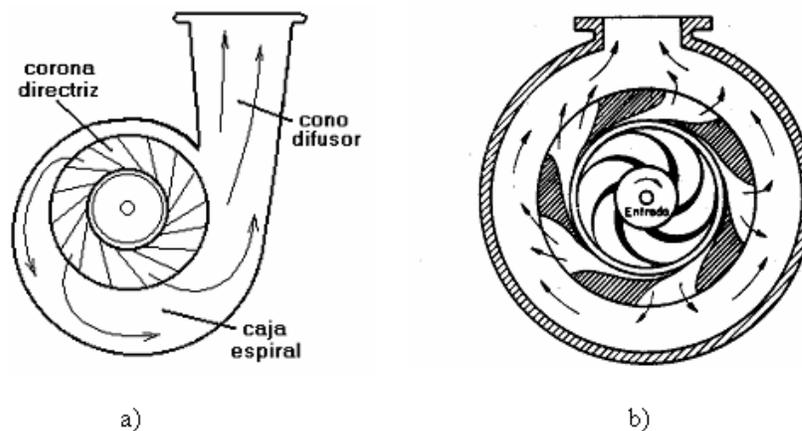


Figura 7.7. Difusor. a) de Voluta: b) de Turbina

Imagen 3.5 Difusor a) de Voluta b) de Turbina

3.3 Componentes de las motobombas de agua

Más allá de las diferencias propias de cada tipo de bomba, en general se pueden identificar una serie de componentes comunes para cualquier clase de bomba de agua:

- Carcasa.- Cuerpo que recubre el mecanismo de avance de agua. Generalmente debe incluir un tratamiento contra la corrosión, de acero inoxidable o hierro fundido.
- Conductos de Entrada y Salida.- Conductos por donde circula el agua.

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

- Impulsor.- Dispositivo usado para impulsar el agua contenida en la carcasa.
- Sellos y retenes.- Elementos que permiten el correcto sellado de la bomba.
- Motor.- Componente fundamental que permite mover el impulsor para permitir el movimiento de agua. Dependiendo de su potencia, puede movilizar más agua en menor tiempo.

Cabe resaltar que en las motobombas usadas en el segmento de construcción y agrícola, el motor a gasolina es un elemento fundamental y de suma importancia en la aplicación, ya que el rendimiento y desempeño de una bomba, va ligado al rendimiento y desempeño de un buen motor.

Para la realización de este trabajo, la energía externa requerida para hacer girar el impulsor dentro de la carcasa de la bomba, proviene justamente de un motor de gasolina. Como se mencionó anteriormente, Kohler Company es un fabricante de motores a nivel global y el objetivo del proyecto fue desarrollar una línea de ensamble de motobombas en México, aprovechando la experiencia y los productos con los que ya cuenta la compañía para la fabricación de motores a gasolina.

Motores de combustión interna

Se conoce como motores de combustión interna a cualquier tipo de máquina, las cuales a partir de energía química proporcionada, son capaces de convertirla y obtener energía mecánica directamente utilizable.

La energía química transformada es proveniente de una combustión que se lleva a cabo en su interior, la cual es producida por el fluido activo, o bien, la mezcla de combustibles, ya sean gaseosos o líquidos, con el comburente o aire.

El arranque de los motores de combustión se lleva a cabo en su cámara interna, en donde se forma el fluido activo, y sucede al momento de ser incendiado, la misma cámara interna forma parte de un cilindro dentro del cual se mueve un pistón de forma rectilínea. Dicho pistón forma parte de un mecanismo pistón-biela-cigüeñal, donde el último constituye el eje rotativo.

El motor de combustión interna es imprescindible en la sociedad actual, ya que es una de las principales fuentes de potencia cuyo uso va desde la propulsión marina, estaciones de generación eléctrica, herramientas, etc.

Para el óptimo y correcto funcionamiento del motor, es esencial la existencia de sistemas auxiliares dentro del sistema. Éstos consisten en: lubricación, refrigeración y un suministro de energía eléctrica, comúnmente alimentado por corriente directa.

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

En cuanto a la lubricación, se refiere a todo sistema el cual mantiene lubricados los mecanismos móviles, igualmente sirve como refrigerante al absorber el calor disipado y reduce el trabajo perdido mediante el movimiento de los elementos que presenten fricción con respecto a otros. Su principal función radica en la aplicación de un manto superficial de aceite, recubriendo así a los elementos móviles, lo anterior con la finalidad de evitar el contacto entre materiales metálicos y evitar la tendencia a soldarse.

Otro sistema auxiliar de suma importancia es el sistema de refrigeración. El sistema refrigerante es aquel que mantiene una temperatura constante del motor durante el funcionamiento y lo logra mediante la eliminación del exceso de calor que se pudiera generar en el funcionamiento.

Por último, la alimentación de energía eléctrica al sistema no es carente de importancia, ya que gracias a ella puede ser posible el funcionamiento de dispositivos igualmente necesarios, tales como las bombas hidráulicas, de agua o refrigerante y de combustible.

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

4. CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Requerimientos del Proyecto

Antes de iniciar con cualquier proceso, es indispensable conocer las necesidades de la compañía en este proyecto.

En México, el tamaño de mercado de bombas centrífugas horizontales con motor a gasolina, dentro del segmento en el que compiten los equipos de Kohler, es de aproximadamente 104,000 equipos al año. Primordialmente son motobombas acopladas a un motor a gasolina en el rango de 5 Hp – 6.5 Hp, con entrada y salida de la bomba de 2"x2" (diámetro de entrada en pulgadas x diámetro de salida en pulgadas) y 3"x3" respectivamente. Kohler de México cuenta con motores de un cilindro y dos cilindros a gasolina, con potencias desde 5.5 Hp a 40 Hp. Para este proyecto se especifica en los siguientes puntos, el motor a usar.

- Se contempla usar por el momento el motor Kohler SH265 de 6.5 Hp (Tabla 4.1, Imagen 4.1), debido a ventajas competitivas Vs Honda. Posteriormente se analizará la posibilidad de usar el motor Kohler SH255 de 5.5 Hp, para lograr una reducción en costos.
- La bomba a acoplar a los motores es de un proveedor de China.
- Componentes, marco y mano de obra serán mexicanos.

Tabla 4.1 Características Técnicas del Motor 6.5 Hp Kohler (SH265)

Engine Type		Four cycle, single-cylinder, slant-cylinder, overhead valve, air-cooled, gasoline, horizontal shaft, aluminium head and crankcase with cast-iron cylinder liner.
Model		SH265
Gross Power @3600 rpm	Maximum hp (kW)	6.5 (4.9)
Displacement	cu in (mm)	12 (196)
Bore	in (mm)	2.7 (68)
Stroke	in (mm)	2.1 (54)
Peak Torque	@rpm-ft-lb (Nm)	10.2 (13.8) @ 3000 rpm
Compression Ratio		08:05:01
Dry Weight (recoil start)	lb (kg)	35.3 (16)
Oil Capacity	U.S. qt (L)	.63 (.6)
Fuel Capacity	U.S. qt (L)	3.4 (3.3)
Lubrication		Splash
Dimensions L x W x H in (mm)		12.5 x 14 x 13.5 (319 x 366 x 343)



Imagen 4.1 Motor 6.5 Hp Kohler

Justificación Financiera

El segmento de motobombas con motor a gasolina, es un segmento muy competido por fabricantes de equipos premium o de alta calidad, sin embargo los equipos fabricados en China de menor calidad tienen una mayor presencia de mercado debido al precio. El competidor directo de Kohler en cuanto a motores a gasolina, refiriéndonos a calidad y presencia de mercado, es la compañía Honda, por lo que es el competidor a seguir y vencer, para el producto terminado de motobombas a gasolina.

Poniendo en contexto, la participación de mercado promedio de marcas de motores a gasolina y motobombas premium en países como México, países de Centro América y Sudamérica son las siguientes:

- Aproximadamente 50 – 60 % equipos fabricados en China de menor calidad.
- Aproximadamente 20 – 24% equipos fabricados por Honda.
- Aproximadamente 10 – 15% equipos fabricados por Kohler.
- Aproximadamente 1 – 20% equipos Premium de otras marcas (Briggs & Stratton, Robin Subaru, Hyundai, etc.)

El proyecto está ideado para alcanzar una venta anual de 5,461 unidades, por un monto de venta de \$949, 343 USD para el año 2020 con un margen de utilidad bruta de 11.8%, lo que equivale a 5.3% de participación de mercado en unidades para dicho año. El año 2016 se logró una venta de 2,107 unidades, equivalente a 2% de participación de mercado en unidades en México.

El objetivo de obtener un 5.3% de participación de mercado en unidades para el año 2020 es conservador, pero realista, ya que hay que contemplar que Honda comenzó la venta de motobombas en México en el año 1992, por lo que tiene una fuerte presencia y renombre en la sociedad mexicana, aunado a que el usuario final

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

asocia la calidad de sus motobombas, con la calidad de su segmento de autos de la marca Honda a nivel mundial.

Otro factor importante para la realización del proyecto en Kohler de México, es la inversión de capital, que es mínima, al aprovechar los recursos con los que cuenta la compañía. El monto a invertir es por un total de \$5,523.07 USD usado prácticamente para construir el banco de pruebas de las bombas y reacomodo de la línea de ensamble (se desglosará el monto de inversión para el banco de pruebas en el apartado siguiente, Inversión para el Banco de Pruebas).

Precio Objetivo

El precio objetivo, fue planteado para ser menor al precio de venta del competidor principal, Honda de México y usando un motor de mayor potencia (Honda - 5.5 Hp/ Kohler – 6.5 Hp). En seguida se describe la estructura de precios dependiendo del volumen de venta (Contenedor de 20 ft, Contenedor de 40 ft y Precios para Centro y Sudamérica).

Los precios ofrecidos a distribuidores de Kohler de México se definen de acuerdo al volumen de compras realizadas en el transcurso de un año, se explican a continuación (Tabla 4.2 Comparativa de Precios USD):

- Los clientes que compran equipos (motobombas) por cantidades de Contenedor de 40ft en cada pedido realizado, obtienen el precio Escala Contenedor de 40ft (320 unidades por Contenedor de 40 ft).
- Los clientes que compran equipos (motobombas) por cantidades de Contenedor de 20ft en cada pedido realizado, obtienen el precio Escala Contenedor de 20ft (160 unidades por Contenedor de 20 ft).
- Los mejores clientes en cuanto a compras en volumen, son los definidos como Fabricantes u OEM (Original Equipment Manufacturer / Fabricantes de Equipo Original).
- Los precios para clientes en Centro y Sudamérica, se estandarizan en una sola escala de precios.

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Tabla 4.2 Comparativa de Precios USD

**Comparativa de Precios
USD**

Precio para México - Escala Contenedor de 20 ft

Especificación	Motor	Modelo Bomba	Precio de Venta	Precio Competencia	Variación	%
PA-WB20-0001	6.5 HP	2X2	177.79	188.2	10.41	-5.9
PA-WB30-0001	6.5 HP	3X3	186.35	210.08	23.73	-12.7

Precio para México - Escala Contenedor de 40 ft

Especificación	Motor	Modelo Bomba	Precio de Venta	Precio Competencia	Variación	%
PA-WB20-0001	6.5 HP	2X2	167.92	177.12	9.2	-5.5
PA-WB30-0001	6.5 HP	3X3	176.00	197.72	21.72	-12.3

Precio para México - Escala Fabricantes OEM

Especificación	Motor	Modelo Bomba	Precio de Venta	Precio Competencia	Variación	%
PA-WB20-0001	6.5 HP	2X2	164.27	162.96	1.31	0.8
PA-WB30-0001	6.5 HP	3X3	172.17	181.90	9.73	-5.6

Precio para Centro y Sudamérica

Especificación	Motor	Modelo Bomba	Precio de Venta	Precio Competencia	Variación	%
PA-WB20-0001	6.5 HP	2X2	177.79	195.00	17.21	-9.7
PA-WB30-0001	6.5 HP	3X3	186.35	213.00	26.65	-14.3

Especificación.- Nomenclatura interna del modelo de motobomba Kohler.

Motor.- Motor acoplado a la bomba.

Modelo Bomba.- 2x2" o 3x3"

Precio de Venta.- Precio obtenido por el cliente de acuerdo a las compras.

Precio Competencia.- Precio de Honda a los clientes de acuerdo a una escala similar de compras.

Variación.- Diferencia en USD del precio de Honda al precio de Kohler.

%.- Diferencia en Porcentaje del precio de Honda y el precio de Kohler.

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Pronóstico de Venta

En la siguiente tabla (Tabla 4.3 Pronóstico de Ventas) se muestra el pronóstico de unidades, margen de utilidad y monto de venta a lograr, de acuerdo al objetivo planteado anteriormente de obtener un 5.3% de participación de mercado en unidades para el año 2020. El pronóstico de venta fue realizado en base a un estudio de mercado de unidades totales para el mercado mexicano, en el cual se determinó que el total de unidades vendidas por año en México, es de 104,000 para este tipo de equipos, el proyecto está ideado para alcanzar una venta anual de 5,461 unidades, por un monto de venta de \$949, 343 USD para el año 2020 con un margen de utilidad bruta de 11.8%, lo que equivale a 5.3% de participación de mercado en unidades para dicho año, este 5.3% es un objetivo aprobado por parte de Kohler USA, para obtener la rentabilidad deseada de parte de la compañía. Se contempla que para el año 2017, al introducir un nuevo producto al mercado, creará una expectativa e interés a los usuarios (mismos ya expresados por distribuidores y clientes finales), duplicando así, la venta actual del 2016. Como apoyo a la elaboración de este pronóstico, se realizaron encuestas de mercado por parte de Mercadotecnia, con clientes limitados, determinados en una zona restringida a modo de piloto y se recabó dicha información. Cabe resaltar que al ser un producto nuevo para Kohler de México, no se cuenta con datos históricos para realizar un pronóstico de ventas en base a esta información, por lo que se contempla un fuerte crecimiento en el año 2017, pero a partir del año 2018, moderado y constante hasta el año 2020.

Tabla 4.3 Pronóstico de Ventas

	2016	2017	2018	2019	2020
Unidades	2,107	4,222	4,820	4,963	5,461
Ventas Netas	366,246	733,713	837,605	862,456	949,343
Costo de Ventas	323,016	647,262	738,936	760,860	837,203
Margen Bruto %	11.80%	11.80%	11.80%	11.80%	11.80%

Unidades / Año

Especificación	Motor	Modelo	2016	2017	2018	2019	2020
WB20-0001	6.5 Hp	2" x 2"	1,475	2,955	3,374	3,474	3,823
WB30-0001	6.5 Hp	3" x 3"	632	1,267	1,446	1,489	1,638
Total			2,107	4,222	4,820	4,963	5,461

Ventas / Año (USD)

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Especificación	Motor	Modelo	2016	2017	2018	2019	2020
WB20-0001	6.5 Hp	2" x 2"	252,792	506,272	578,030	594,988	654,941
WB30-0001	6.5 Hp	3" x 3"	113,453	227,441	259,575	267,468	294,401
Total			366,245	733,713	837,605	862,456	949,342

Margen Bruto / Año (USD)

Especificación	Motor	Modelo	2016	2017	2018	2019	2020
WB20-0001	6.5 Hp	2" x 2"	29,885	59,701	68,139	69,984	77,195
WB30-0001	6.5 Hp	3" x 3"	13,345	26,750	30,530	31,613	34,944
Total			43,230	86,451	98,669	101,597	112,139

Especificación.- Nomenclatura interna del modelo de motobomba Kohler.

Motor.- Motor acoplado a la bomba.

Modelo Bomba.- 2x2" o 3x3"

Costo Objetivo para Ensamble en México

El costo objetivo para el ensamble de las motobombas en México, se describe a continuación (Tabla 4.4 Costo de Ensamble). Se consideran para las motobombas actuales importadas de China, el gasto de importación (gastos aduanales y de fletes), así como el Impuesto del 15% de importación para esta fracción arancelaria.

Tabla 4.4 Costo de Ensamble

Comparativa de Costos - Ensamble de Bombas

Especificación	Motor	Modelo	Costo	Flete y Gastos Aduanales	Impuestos de Importación	Costo Standard Importada	Monto Dólares		
							Costo Objetivo Standard	Variación	%
WB20-0001	SH265	2" X 2"	153.2	17.53	22.98	193.71	151.12	-42.58	-22.0
WB30-0001	SH265	3" X 3"	160.81	18.4	24.12	203.33	158.40	-44.93	-22.1

Especificación.- Nomenclatura interna del modelo de motobomba Kohler.

Motor.- Motor acoplado a la bomba.

Modelo .- Modelo de bomba 2x2" o 3x3"

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Costo .- Costo de motobomba 2x2" o 3x3" directamente desde ensamblada de proveedor de China (anterior).

Flete y Gastos Aduanales.- Costo unitario contemplado en flete y gastos aduanales por motobomba importada de China.

Impuestos de Importación.- Costo contemplado por impuesto de importación por la fracción arancelaria de la motobomba importada desde China.

Costo Standard .- Costo Standard de la motobomba importada de China puestas en Planta de Kohler de México.

Costo Objetivo Standard .- Costo Objetivo Standard de la motobomba ensamblada en México.

Variación.- Diferencia en USD entre el Costo Standard de la motobomba importada de China y el Costo Objetivo Standard de la motobomba ensamblada en México.

%.- Diferencia en Porcentaje entre Costo Standard y Costo Objetivo Standard.

Cadena de Suministro

Para los componentes de fabricación mexicana, se establecieron los siguientes proveedores:

- Marcos de protección 360° - Equsa SA de CV.
- Cajas de empaque – Grupo Sans y Marepa.
- Tornillería – Servitor.
- Etiquetas y Manuales de parte (Impresiones).
- Aisladores (Arandelas de Hule para minimizar vibración) – Hules Neza

Estos proveedores fueron seleccionados, de acuerdo al nivel de calidad de sus productos, referencias de clientes, logística, tiempo de entrega, servicio post venta, plazo de pago, así como por precio. Algunos de ellos ya eran proveedores previos para Kohler de México SA de CV, por lo que la selección se simplificó en dichos casos.

Plan de Trabajo

Una vez realizadas las actividades anteriores, se proyectó el siguiente plan de trabajo a llevar a cabo (Tabla 4.5 Plan de Trabajo). La finalidad de realizarlo, fue de elaborar un conjunto sistemático de actividades para concretar el proyecto planteado. Permitted ordenar y sistematizar toda la información relevante para poder utilizarlo en etapas posteriores como un instrumento de planificación, así mismo se designó a responsables de cada acción a efectuar, para lograr la meta y objetivo final.

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Tabla 4.5 Plan de Trabajo

Plan de Trabajo Ensamble de Bombas

Actividad	Responsable	Fecha de Inicio	Fecha de Término
Colocar OC por Bombas y Motores	Depto. Compras	26-ago-16	26-ago-16
Desarrollar Proveedores:			
Marco	E. Mendoza	26-ago-16	19-sep-16
Etiquetas	E. Mendoza	26-ago-16	09-sep-16
Cajas de Cartón	E. Mendoza	26-ago-16	19-sep-16
Varios	E. Mendoza	26-ago-16	09-sep-16
Colocar OC por componentes	Depto. Compras	19-sep-16	19-sep-16
Compra de Equipo de Pruebas			
Manómetros	E. Mendoza	26-ago-16	26-sep-16
Medidor de Flujo de Agua	E. Mendoza	26-ago-16	26-sep-16
Modificación de Tanque	E. Mendoza	26-ago-16	26-sep-16
Modificación de línea de ensamble	E. Mendoza	26-ago-16	26-sep-16
Varios	E. Mendoza	26-ago-16	26-sep-16
Envío de Producto			
Bombas	Proveedor SUMEC	29-sep-16	29-sep-16
Motores	Kohler Co.	29-sep-16	29-sep-16
Validación de Precios y Costos	Fiscalista Kohler México	23-sep-16	23-sep-16
Recepción de Muestras y aprobación			
Marco	E. Mendoza	07-oct-16	14-oct-16
Etiquetas	E. Mendoza	07-oct-16	14-oct-16
Caja de Cartón	E. Mendoza	07-oct-16	14-oct-16
Varios	E. Mendoza	07-oct-16	14-oct-16
Validación de Línea de Ensamble	E. Mendoza/Director General	26-ago-16	02-oct-16
Validación Banco de Pruebas	E. Mendoza/Director General/Servicio Técnico	08-sep-16	23-oct-16
Recepción de Productos			
Bombas	Almacén	31-oct-16	31-oct-16
Motores	Almacén	31-oct-16	31-oct-16

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Marco	Almacén	31-oct-16	31-oct-16
Etiquetas	Almacén	31-oct-16	31-oct-16
Caja de Cartón	Almacén	31-oct-16	31-oct-16
Varios	Almacén	31-oct-16	31-oct-16
Validación de Producto	E. Mendoza/Director General/Servicio Técnico	22-nov-16	22-nov-16
Planeación de Ventas Y Operaciones (SOP)	E. Mendoza/Director General/Gerencia de Ventas/Mercadotecnia	22-nov-16	22-nov-16
Motobombas listas para Venta	E. Mendoza/Director General/Gerencia de Ventas	01-mar-17	01-mar-17

Desarrollar Proveedores.- Consistió en la identificación de las necesidades y requerimientos para los insumos utilizados para el ensamble de los motores a gasolina al elemento bomba de agua. Fui el responsable de la organización para el trabajo en conjunto entre el Depto. de Compras y Servicio Técnico.

Compra de Equipo de Pruebas.- Fecha límite para el desarrollo del equipo de pruebas para las motobombas, se planificó la instalación de un equipo de pruebas (ideado por Kohler USA) y sus componentes para el análisis de caudal y presión otorgados por los equipos.

Envío de Producto.- Fecha límite para realizar el pedido de producto muestra para el ensamble de motobombas a fábrica.

Validación de Precios y Costos.- Fecha límite para la validación interna por parte del Depto. de Finanzas del precio final y costos asociados al ensamble de motobombas.

Recepción de Muestras y aprobación.- Fecha límite para la recepción de bombas y motores muestras.

Validación de Línea de Ensamble.- Fecha límite para la revisión y validación del desarrollo de la línea de ensamble.

Validación Banco de Pruebas.- Fecha límite para la revisión y validación del Banco de Pruebas en funcionamiento.

Recepción de Productos.- Fecha límite para la recepción de productos finales.

Validación de Producto.- Fecha límite para la validación de las motobombas como producto terminado.

Planeación de Ventas y Operaciones (SOP).- Fecha límite para finalizar y validar el SOP (Sales and Operations Planning), que es el proceso en el que se revisa el plan estratégico de negocios para coordinar a los diferentes departamentos involucrados en el proyecto.

Motobombas listas para Venta.- Fecha límite para tener el equipo terminado y la finalización del proyecto.

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Análisis de Costos del proceso de ensamble de la bomba al motor de gasolina.

En la siguiente tabla (Tabla 4.6 Análisis de Costos), se muestra el análisis de costos al ensamblar el motor a gasolina contemplando sueldos de los trabajadores implicados en el proyecto, así como el desglose de tiempos para el ensamble. El tipo de cambio contemplado se realizó por 18.50 pesos por dólar (de acuerdo al tipo de cambio fijado por Kohler USA).

El análisis de costos realizado, constó de un proceso de identificación del tiempo total, paso a paso, para realizar el ensamble del motor al elemento bomba, incluyendo las actividades de empaque y desempaques de componentes (proceso realizado por un trabajador y cronometrando todas las actividades), todo esto relacionado al costo de ensamble en términos de dinero y costo de mano de obra del personal involucrado. La finalidad de realizarlo es determinar si el costo del proyecto es viable o no. Con frecuencia, suele suceder que en un proyecto, que al parecer el costo de realización es bajo, no se realiza el análisis, sin embargo suele ocurrir que una vez que el proyecto empieza a operar, faltan suministros, equipos o materiales, o peor aún, falta de mano de obra capacitada o especializada que se requiere para que se desarrolle correctamente, obstaculizando de esta manera la correcta realización del proyecto.

Tabla 4.6 Análisis de Costos

Trabajador	Salario/Mes	Nominal	Salario/Hr		% Ocupación	Salario Total x Hr	
			Beneficios Adicionales (prestaciones)	Total		Pesos	Dólares
Gustavo							
Cárdenas	7,982.87	49.89	19.96	69.85	100.00%	69.85	3.78
David Carbajal	5,325.54	33.28	13.31	46.60	100.00%	46.59	2.52
						116.45	6.29
					Promedio	58.22	3.15

Desglose de sueldo x hr, de los 2 trabajadores contemplados para el ensamble de motobombas. Salario/Mes, Salario Nominal, Prestaciones y Total fueron brindados por Capital Humano dentro de Kohler de México. Ambos están contemplados en ocuparse al 100% en el proceso de ensamble de motobombas. Tipo de cambio contemplado 18.50 USD (Establecido por Kohler USA).

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

<u>a) Desempaque de motor y bomba</u>	Tiempo en Hrs
Cortar película de PVC	0.0011
Bajar motor de tarima	0.0049
Abrir la caja de cartón	0.0017
Retirar motor de caja	0.0079
Colocar el motor en la línea de ensamble	0.0029
Retirar tarjetas y colocar c/refuerzos en la caja	0.0025
	0.0210

Desglose de tiempo en hrs para el desempaque de motor y bomba de sus cajas correspondientes, por parte de un operador con experiencia en ensamble.

<u>b) Ensamble de bomba al motor</u>	
Empujar motores en la línea de ensamble	0.0003
Colocar charola sobre el transportador	0.0011
Aplicar Loctite #587 a los 4 tornillos	0.0037
Colocar el Intermedio (Base) bomba sobre la flecha cigüeñal y apretar los 4 tornillos del Intermedio c/pistola neumática	0.0157
Torquear los 4 tornillos a 195 lb-in del Intermedio	0.0046
Derramar detergente liquido sobre la flecha, lo cual ayudara a instalar el Sello Mecánico	0.0015
Derramar detergente liquido sobre el Sello Giratorio	0.0012
Con los pulgares inserte el sello mecánico en el Intermedio (Base) bomba	0.0046
Derramar detergente liquido sobre el Sello, esto ayudara a instalar el Sello Giratorio	0.0019
Colocar laines previo a la colocación del Sello Giratorio	0.0017
Insertar el Sello Giratorio en la parte trasera del impulsor	0.0012
Girar a mano el Impulsor sobre la flecha del cigüeñal, en sentido de las manecillas del reloj hasta que se apriete	0.0080
Golpear con un mazo de hule una aleta del Impulsor en sentido de las manecillas del reloj hasta que la resistencia es observada	0.0037
Colocar la junta O-Ring sobre el Intermedio (Base) bomba	0.0050
Posicionar la Voluta (Caracol) alineada con el intermedio (Base), verificando el claro entre la Voluta y el impulsor con un lainero. Si el claro está más grande de 1.2 mm (0.0472"), hay que agregar una laina. Pero sí el claro es menor de 0.4 mm (0.0157") hay que retirar una laina. Si hay que agregar o retirar una laina hay que repetir los pasos #18, #19 & #21	0.0074
Retirar la Voluta o Caracol	0.0019
Posicionar la Voluta o Caracol dentro de la cubierta, alineando la lengüeta de la cubierta dentro de la muesca de la voluta	0.0065

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Posicionar la Cubierta Bomba al Intermedio o Base y atornillar los tornillos al llegue, es decir sin apretar. Asegurándose de que el O-Ring este asentado correctamente	0.0139
Apretar los tornillos de la Cubierta Bomba	0.0069

Torquear los tornillos de la Cubierta Bomba a M8(164 lb-in) o M10(199 lb-in)	0.0128
Aplicar Loctite #587 a los 3 tornillos de la brida de entrada de agua	0.0033
Instalar la brida de entrada de agua y la válvula de retención a la cubierta bomba con 3 tornillos y 3 roldanas	0.0139
Apretar los 3 tornillos con llave de impacto	0.0043
Torquear los 3 tornillos a M8(164 lb-in) o M10(199 lb-in)	0.0052
Colocar tapón de plástico	0.0019
Aplicar Loctite #5770 a los 4 tornillos de la brida de salida de agua	0.0033
Instalar la brida de salida de agua y la junta a la cubierta bomba con 4 tornillos y 4 roldanas	0.0102
Apretar los 4 tornillos con llave de impacto	0.0043
Torquear los 4 tornillos a M8(164 lb-in) o M10(199 lb-in)	0.0096
Colocar tapón de plástico y abrazadera	0.0037
Acomodar el motor en el trineo o bastidor	0.0031
Apretar 4 tornillos con sus 4 tuercas para sujetar el motor al bastidor o trineo con llave de impacto	0.0311
	0.1976

c) Prueba-Bomba

Probar la bomba de agua, comenzando con el motor (carburación, vacio, rpms) y posteriormente con la bomba	0.0925
---	--------

d) Accesorios

Tomar una bolsa de hule y colocar en su interior una pichancha para accesorio	0.0077
Tomar una bolsa de hule y colocar en su interior 3 abrazaderas metálicas, 2 juntas de hule en forma de roldanas y 2 niples para manguera para accesorio	0.0056
	0.0133

e) Empacar

Adherir placa de identificación	0.0025
Colocar manual	0.0070
Aplicar sellador loctite 59241 en tapón drene	0.0056
Torquear tapón dren a 240 lb-in	0.0087
Limpiar el motor	0.0226
Colocar el motor en el interior de la caja	0.0079
Flejar la caja	0.0087
Anotar número de serie en la lista	0.0010
Anotar modelo, spec y numero de serie sobre la caja	0.0052
	0.0692

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Tiempo Total sin Probar Bomba 0.30 (18.06min)

Tiempo Total Probando Bomba 0.39 (23.6 min)

Tiempo total contemplado, probando las motobombas o solamente realizando el ensamble del motor al elemento bomba.

	Pesos	Dólares
Trabajo Total	22.91	1.24
Gastos Indirectos x bomba.		
	Pesos	Dólares
Aceite	0.80	0.04
Gasolina	0.75	0.04
Electricidad	2.10	0.11
Varios	3.00	0.16
Renta x bomba	5.67	0.31
Total x bomba	12.32	0.67

Trabajo Total.- Monto promedio de mano de obra de los 2 trabajadores por el tiempo total probando la bomba.

Trabajador	Salario/Mes	Salario/Hr		% Ocupación	Total Salario Mes		Actividad
		Beneficios Adicionales (Prestaciones)	Total		Pesos	Dólares	
Alejandro Ramírez	11,292.42	4,516.97	15,809.39	5.00%	790.47	42.73	Supervisión
Oscar Ayala	8,089.57	3,235.83	11,325.40	5.00%	566.27	30.61	Planeación
Supervisión/Apoyo			27,134.79		1,356.74	73.34	

Supervisión/Apoyo Contemplado por bomba, 350 al mes. 3.88 .21

Desglose de sueldo x hr, de los 2 Supervisores contemplados para el ensamble de motobombas. Salario/Mes, Prestaciones y Total fueron brindados por Capital Humano dentro de Kohler de México. Ambos están contemplados en ocuparse al 5% en el proceso de ensamble de motobombas. Tipo de cambio contemplado 18.50 USD (Establecido por Kohler USA).

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Tabla 4.7 Análisis de Costos Bombas

Análisis de Costos Bombas

MotoBomba 2"x2"

Componentes	Pesos	Dólares
Motor 6.5 Hp	1827.99	98.81
Marco	250	13.51
Etiqueta	22.5	1.22
Bomba	539.65	29.17
Caja de Cartón	98.05	5.30
Manual	18.5	1.00
Total Componentes	2756.69	149.01
Mano de Obra(Salario más Beneficios)	22.91	1.24
Gastos Indirectos	12.32	0.67
Supervisión	3.88	0.21
Total Bomba Ensamblada	2795.79	151.12

MotoBomba 3"x3"

Componentes	Pesos	Dólares
Motor 6.5 Hp	1827.99	98.81
Marco	250	13.51
Etiqueta	22.5	1.22
Bomba	674.23	36.44
Caja de Cartón	98.05	5.30
Manual	18.5	1.00
Total Componentes	2891.27	156.28
Mano de Obra(Salario más Beneficios)	22.91	1.24
Gastos Indirectos	12.32	0.67
Supervisión	3.88	0.21
Total Bomba Ensamblada	2930.37	158.40

Análisis total del ensamble de la motobomba de 2x2" y 3x3", incluyendo costos de componentes como el Marco, Etiquetas, Motor a gasolina, elemento bomba de agua, Cajas de Cartón, manuales que se anexan al equipo, mano de obra de los trabajadores involucrados, gastos indirectos en la empresa y supervisión de los 2 trabajadores involucrados por cada motobomba ensamblada (datos de Tabla 5.6

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Análisis de Costos). La suma del Total de Componentes + Mano de Obra, gastos indirectos y Supervisión = Costo total de Bomba Ensamblada.

Inversión para el banco de pruebas.

En la actualidad la competencia y la gran oferta de productos obligan a las empresas a ser cada vez más competitivas empleando la mayor calidad posible en el desarrollo de sus productos. Para empresas ensambladoras o fabricantes de equipo, es indispensable contar con un banco de pruebas que valide parámetros de los equipos en cuestión, ya sea para probar un módulo en particular del equipo de forma aislada o el equipo en general.

El banco de pruebas desarrollado en este proyecto, fue una instalación destinada al ensayo de bombas centrífugas que permite realizar una verificación de los parámetros de operación más importantes para Kohler de México para los equipos localmente ensamblados, que son: el caudal de salida de la motobomba y presión máxima de descarga.

La descripción de componentes y el funcionamiento del banco de pruebas desarrollado, se describe en los siguientes puntos:

- El banco de pruebas propuesto, está compuesto de un tanque de agua, como recipiente almacenador del fluido, al cual se recircula el líquido. El tanque cuenta con conexiones de aspiración y descarga para realizar pruebas a las bombas de 2" y 3". La presión del fluido se mide mediante dos manómetros, uno en la tubería de aspiración y el otro en la tubería de descarga (para ambas tuberías "2 y 3"). El sistema posee válvulas de restricción de caudal inmediatamente después de la descarga y antes de que el agua retorne al tanque de almacenamiento (para ambas tuberías "2 y 3").
- El tanque es el recipiente que contiene el fluido con el que se van a probar las bombas, en este caso agua. El tanque debe suministrar un caudal constante a la instalación, así como mantener un nivel constante del fluido. El tanque cuenta con válvulas de vaciado y rellenado, así como un nivel lateral (manguera traslúcida) para controlar el nivel de agua y cantidad de líquido en el interior.
- La medición de la presión de aspiración, se realiza mediante un manómetro. El rango útil de este manómetro para este tipo de aplicación es de 0-30 in Hg (Se emplea manómetro analógico para bajar costos, no se descarta el uso de manómetros electrónicos en un futuro).
- Las características del manómetro de descarga son de 0 – 60 psi para esta aplicación, el rango de presiones en la descarga normalmente es superior al

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

de la aspiración (Se emplea manómetro analógico para bajar costos, no se descarta el uso de manómetros electrónicos en un futuro).

- El caudalímetro realiza la medición del caudal, este se sitúa en la descarga y es muy importante que todo el flujo pase a través de él.
- Para validar datos del motor, se cuenta con un tacómetro para medir las revoluciones del motor, ya que a mayores revoluciones, mayor es el flujo de agua en el sistema.

Una vez conectadas las mangueras de aspiración y descarga a la bomba, se enciende el motor a máximas revoluciones (3600-3750 rpm), por lo que en este proceso se adiciona energía al fluido por parte de la bomba (acción de bombeo), el impulsor de la bomba comienza a girar y con esto se genera una disminución de la presión en la entrada de la bomba, como el depósito del fluido se encuentra sometido a presión atmosférica, se encuentra una diferencia de presiones lo que provoca la succión y con ello el impulso hidráulico hacia la entrada de la bomba.

Al entrar el fluido en la bomba, ésta lo toma y lo traslada hacia la salida, y asegura que el fluido no retroceda, por la misma construcción de la bomba, así como por la rotación del impulsor. Dado esto, el fluido no encontrará más alternativa que ingresar al sistema que es donde se encuentra el espacio disponible, consiguiendo así la descarga.

El fluido al ser expulsado de la bomba a través de la manguera, regresa al contenedor.

Como se mencionó anteriormente, el caudal variará en función de la contrapresión que encuentre el fluido a su salida. El sistema posee válvulas de restricción de caudal, mediante el cierre y apertura de las válvulas se bloquea parcial o totalmente el orificio de salida de la bomba, por lo que aumentará la presión gradualmente y disminuirá el caudal hasta llegar a cero, a pesar de que el impulsor siga moviéndose. Cerrando las válvulas de restricción de caudal gradualmente se van tomando las lecturas de presión y caudal para ir documentando la curva de rendimiento de la bomba.

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

A continuación se detalla el material contemplado para la construcción del banco de pruebas (Tabla 4.8 Inversión para Banco de Pruebas).

Tabla 4.8 Inversión para Banco de Pruebas

<u>Inversión en Equipo de Pruebas</u>		T. de Cambio	18.50
Cantidad	Descripción	Total Pesos	Total Dólares
1	Material de Instalación del Equipo de Prueba	21,483.43	1,161.27
2	Manómetros Rango 0 a 4 Kgf/cm ² de 2- 1/2" de diámetro	2,000.00	108.11
1	Manómetro de vacío Rango 0 a -.1 Mpa 2-1/2" de diámetro	1,000.00	54.05
1	Medidor de Flujo de Agua Tipo Turbina Diámetro 2 NPT, Rango 20-200 gal/min	8,399.52	454.03
1	Medidor de Flujo de Agua Tipo Turbina Diámetro 3 NPT, Rango 40-400 gal/min	15,116.40	817.10
1	Modificación de tanque. Usado anteriormente para aire comprimido 2000 Lt	25,000.00	1,351.35
1	Mano de Obra por las modificaciones	15,850.00	856.76
Subtotal		88,849.35	4,802.67
Contingencias		15%	720.40
Total		\$102,176.75	\$5,523.07

Material de Instalación del Equipo de Prueba.- Material diverso para adecuaciones y componentes para el banco de pruebas, tubería, tornillería, material de construcción (concreto).

Manómetros Rango 0 a 4 Kgf/cm².- Manómetros usados para medir la presión de descarga de la motobomba en el banco de pruebas.

Manómetro de vacío Rango 0 a .1 Mpa .- Manómetro usados para medir la presión de vacío en la entrada de la motobomba.

Medidores de Flujo de Agua .- Medidores para validar el caudal de salida las motobombas.

Modificación de tanque.- Gastos asociados a la modificación del tanque usado anteriormente para aire comprimido, gastos de soldadura, tubería, reubicación, etc.

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Propuesta en cambio de diseño

El proceso de cambio de diseño de las motobombas, se trató de un proceso de diseño cognitivo e iterativo, donde a partir de la observación se fue perfeccionando paso a paso el producto, hasta llegar al diseño final.

Objetivos específicos:

- Reducir el tamaño del marco del equipo terminado.
- Cambiar a través de otro proveedor el elemento impulsor y difusor por unos diseños más eficientes, para lograr un aumento en presión y caudal de la bomba. Se consideran las siguientes características: impulsor semi-abierto (ideal para flujos mixtos, tolerancia lateral mínima para evitar fugas de la periferia al centro y entre los canales del impulsor), difusor de voluta (forma de caracol, rodeando el impulsor de tal forma que el flujo de agua aumenta progresivamente hasta la salida o descarga).

Acciones efectuadas:

- Primeramente se describe el diseño con el que se contaba originalmente.
- En seguida se describen las modificaciones iniciales del segundo diseño desarrollado, sin contemplar cambios en el difusor e impulsor, solamente en el marco de la motobomba.
- Posteriormente se describe el diseño final del equipo terminado.
- Finalmente se muestra una tabla comparativa de medidas entre los diseños previos y el diseño final.

Diseño I (Estado Actual – China)

Inicialmente las bombas eran importadas de China, como producto terminado del proveedor Fuzhou Hailin Machinery Co., Ltd, esto quiere decir, ensambladas totalmente; el marco era muy grande para el tamaño de la motobomba, por lo que había mucho espacio desperdiciado, afectando costos en logística e imagen del producto. El impulsor de la bomba tenía una geometría en los alabes, que limitaba el flujo de agua dentro del difusor y carcasa.

El diseño de equipos de China, contaba con opción para instalar llantas y patas, sin embargo no utilizadas por el usuario final, esto se realizaba a través de barrenos en el marco y de un kit de accesorios que se agregaba por separado.

A continuación se presenta información e imágenes de las motobombas importadas y ensambladas en China.

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL



Imagen 4.2 a) Marco de Motobomba Diseño I



b) Marco de Bomba de Agua Diseño I



Imagen 4.3 Barrenos para kit de Montaje Diseño I

Tabla 4.9 Medidas Marco de Moto Bomba Diseño I

Marco de Moto Bomba		Caja de Cartón	
A (mm)	617	Largo (mm)	630
B (mm)	478	Ancho (mm)	490
C (mm)	488	Alto (mm)	523
D (mm)	140		
E (mm)	681		

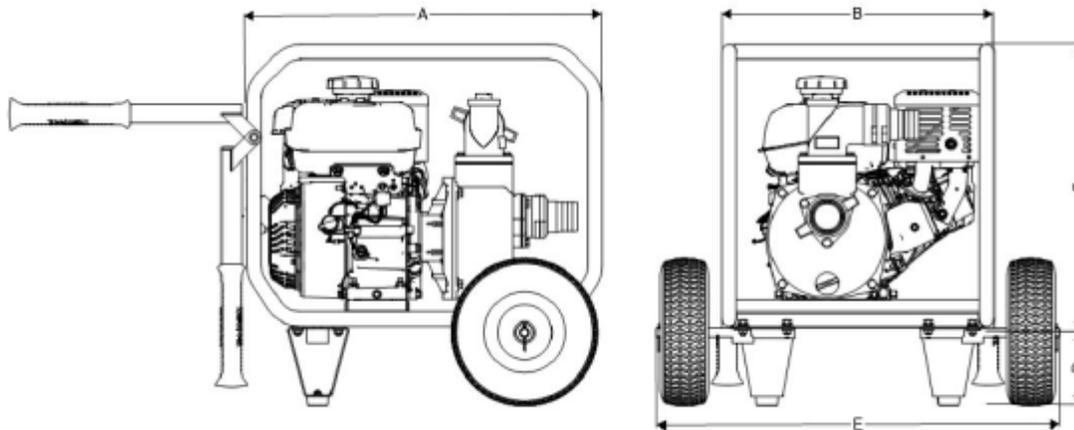


Imagen 4.4 Medidas Marco de Bomba Diseño I



Imagen 4.5 Caja de Cartón, Empaque

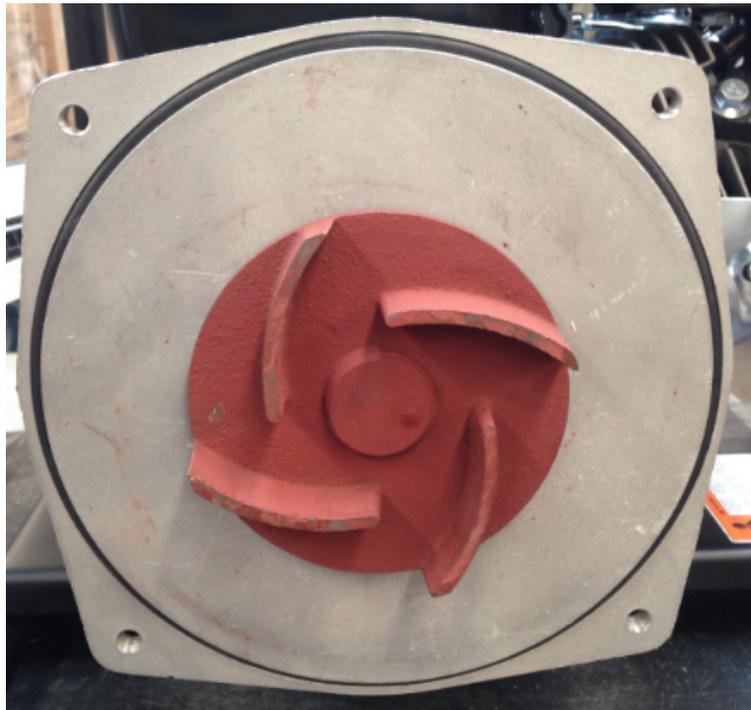


Imagen 4.6 Impulsor de Motobomba China Fuzhou Hailin Machinery Co., Ltd

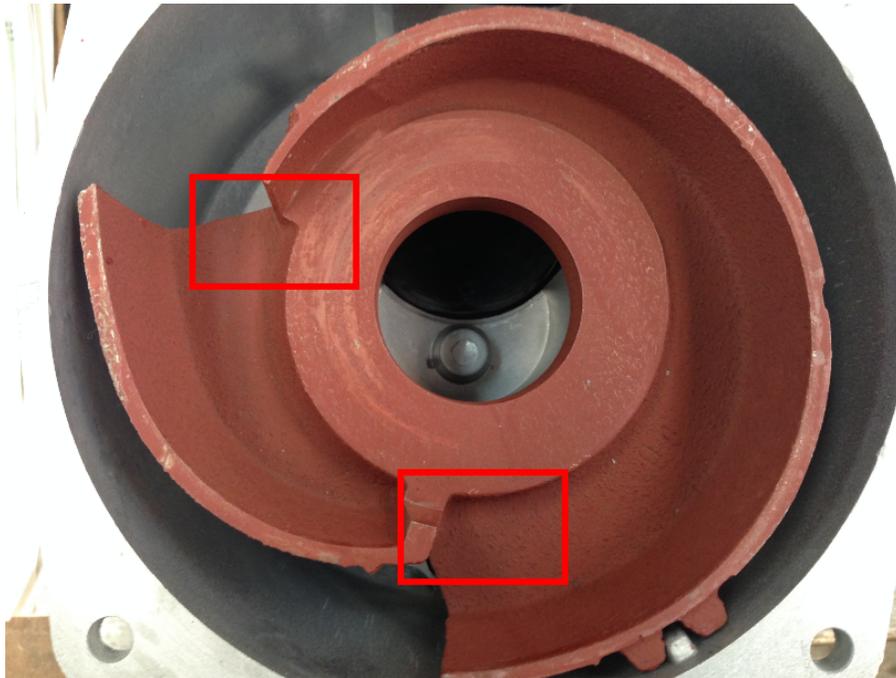


Imagen 4.7 Difusor de Motobomba China Fuzhou Hailin Machinery Co., Ltd

En la Imagen (Imagen 4.8 Difusor de Motobomba China), se puede observar que en la geometría del difusor, se tienen ángulos muy pronunciados que no permitían el flujo de agua de una manera estable, funcionaban más como limitadores de flujo, evitando brindar mayor presión y flujo de salida de la bomba.

Diseño II (Ensamblada en México)

Se analizaron los espacios sobrantes en el marco y se trabajó en conjunto con el proveedor de marcos para reducir el tamaño y forma del marco, ya que perjudicaban en el espacio de carga por Contenedor. Así mismo, se eliminó la posibilidad de acoplar accesorios de montaje (ruedas y patas de soporte) ya que no son usadas por los usuarios finales. Por ende al realizar una reducción del tamaño del marco, la Caja de Empaque se vio beneficiada, al sufrir una reducción en tamaño. A pesar de que el diseño del marco de la motobomba se mejoró, para esta primer etapa, el Departamento de Servicio Técnico dentro de Kohler México, no estaba dispuesto a reducir aún más el tamaño del marco, argumentando que habría problemas para realizar los servicios de mantenimiento al motor, debido al espacio, ya que para realizar dichos mantenimientos, se debe desensamblar el motor del

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

elemento bomba. Por lo que en esta etapa del proceso para el diseño II, no se contemplaron aún, cambios en el impulsor y difusor del elemento bomba, concentrándonos solamente en el cambio de tamaño del marco y realizando a la vez prototipos para intentar reducirlo sin que afectara el espacio suficiente para los mantenimientos preventivos y correctivos en taller.

Tabla 4.10 Medidas Marco de Moto Bomba Diseño II

Marco de Moto Bomba		Caja de Cartón	
A (mm)	615	Largo (mm)	620
B (mm)	455	Ancho (mm)	460
C (mm)	488	Alto (mm)	495

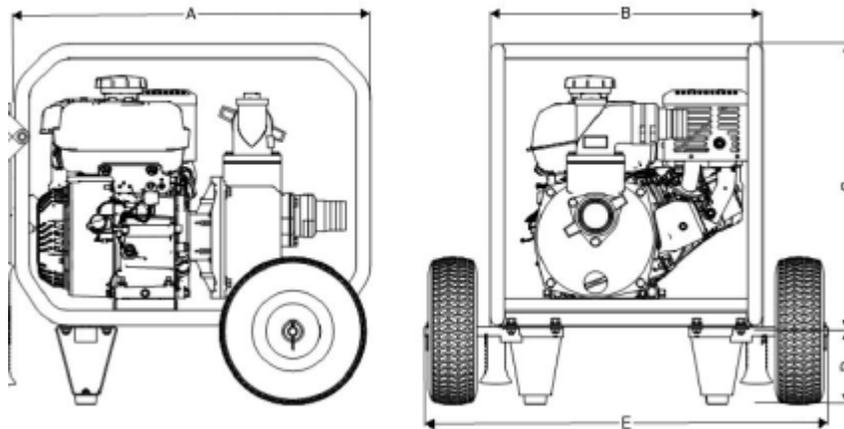


Imagen 4.8 Medidas Marco de Bomba Diseño II

En conjunto con el cambio de medidas del marco de la motobomba, se colocó una placa para la identificación del equipo (imagen del producto para venta) y se colocaron soportes adicionales. El resultado se ejemplifica en las siguientes imágenes:

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL



Imagen 4.9

a) Motobomba Diseño II

b) Motobomba Diseño II



c) Motobomba Diseño II



d) Motobomba Diseño II

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Diseño III (Ensamblada en México)

Finalmente para el diseño final, se definió el tamaño ideal en conjunto con el Departamento de Servicio Técnico, se realizaron pruebas de ensamble y desensamble del motor para poder realizar los mantenimientos preventivos y correctivos y se trabajó junto con el proveedor de marcos para realizar un segundo prototipo del marco de la motobomba, ya que se podían aprovechar aún más los espacios no ocupados. El resultado final fue el siguiente.

Tabla 4.11 Marco de Moto Bomba Diseño III

Marco de Moto Bomba		Caja de Cartón	
A (mm)	500	Largo (mm)	510
B (mm)	440	Ancho (mm)	450
C (mm)	430	Alto (mm)	440

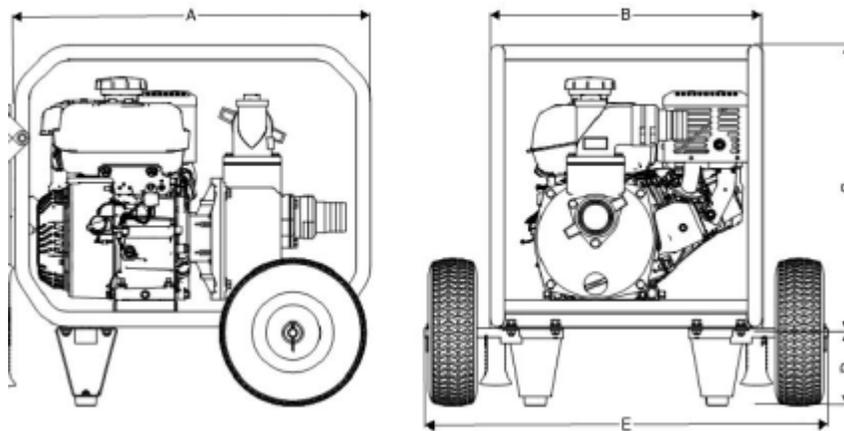


Imagen 4.10 Medidas Marco de MotoBomba Diseño III

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL



Imagen 4.11 a) Motobomba Diseño III



b) Motobomba Diseño III

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL



c) Motobomba Diseño III

Las características de la estructura final del marco fueron las siguientes:

Material:	Tubo de Acero 25 x 1.2 mm Cal 18 – 2 soportes inferiores para el motor con Ángulo de 1" x 1 ½" 2 Ojales diámetro 3/8" 2 Barrenos de 3/8"
Acabado final:	Pintura Negro Mate
Tolerancia:	+/- 0.76mm

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Diseño III Cambio de Difusor e Impulsor

En cuanto al elemento bomba, se buscó un nuevo proveedor, ya que los equipos del proveedor anterior, Fuzhou Hailin Machinery Co., Ltd, no cumplían los requerimientos de los usuarios finales y se necesitaban mejores prestaciones para estar al mismo nivel o similar de rendimiento del competidor principal Honda de México (se muestran pruebas comparativas en el apartado de Resultados). Un punto importante a recalcar es que el proveedor Fuzhou Hailin Machinery Co., Ltd, en los datos preliminares de sus equipos prueba, brindó datos de prestaciones en sus equipos, similares a los del competidor Honda, sin embargo al realizar las pruebas en el banco de pruebas, los valores fueron diferentes a los mencionados por el proveedor. La búsqueda de proveedor, en conjunto con el Departamento de Compras de Kohler USA, nos brindó como resultado, que la compañía ideal en cuanto a precio-beneficio-calidad fue SUMEC Inc., por lo que al ser autorizado el cambio por Kohler USA, se cambió de proveedor del elemento bomba. A continuación se presentan imágenes del nuevo elemento bomba, así como la ficha técnica brindada por el proveedor (en segmento Resultados de pruebas, se realiza la comparación de valores entre anterior proveedor y el nuevo proveedor del elemento bomba).

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Kohler identification numbers (model, specification and serial) should be referenced for efficient repair, ordering correct parts, and product replacement.

Model	WA 3.0
Pump Type (WA, WB)	WA
Port Size (Inch)	3.0
Specification	WA30-0001
Serial	4323500328
Year Manufactured Code	43
Factory Code	23500328
Code	Year
43	2013
44	2014
45	2015



GENERAL SPECIFICATIONS ¹	WB 2.0	WB 3.0
Overall Dimensions (L x W x H)	615 mm (24.3 in.) 476 mm (18.8 in.) 487 mm (19.2 in.)	
Suction and Discharge Size	51 mm (2 in.)	76 mm (3 in.)
Dry Weight	27.7 kg (61.1 lbs.)	30.2 kg (66.6 lbs.)
Maximum Flow Rate	624.4 l/min. (165 gal./min.)	1,088.3 l/min. (287.5 gal./min.)
Maximum Suction Head	8 m (26 ft.)	
Maximum Lift Head	26 m (85 ft.)	

TORQUE SPECIFICATIONS¹

Inlet Flange	
M8 Screw	18.5 N·m (164 in. lb.)
M10 Screw	22.5 N·m (199 in. lb.)
Outlet Flange	
M8 Screw	18.5 N·m (164 in. lb.)
M10 Screw	22.5 N·m (199 in. lb.)

¹ Values are in Metric units. Values in parentheses are English equivalents.

Imagen 4.12 Ficha técnica Bombas Proveedor SUMEC Inc.

Las condiciones de caudal y presión para un fluido, pueden variar de acuerdo a las necesidades, es por eso que la forma del impulsor cambia para adaptarse a las condiciones, ya que de éstos depende la eficiencia en el transporte del fluido.

En el nuevo impulsor, se puede observar que se tienen ángulos menos pronunciados para el flujo de agua, y el impulsor tiene una geometría totalmente diferente al impulsor previamente usado. Lamentablemente en Kohler de México no se cuenta con el equipo para poder hacer cálculos de eficiencia y rendimiento del impulsor de una bomba centrífuga, aunado a que los fabricantes de bombas, guardan con recelo dicha información para evitar ser copiados en sus diseños de

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

equipos, por lo que se depende totalmente de la información brindada por el fabricante de las bombas, sin embargo es por eso que se desarrolló el banco de pruebas previamente descrito, para poder validar los datos brindados por el proveedor del elemento bomba.

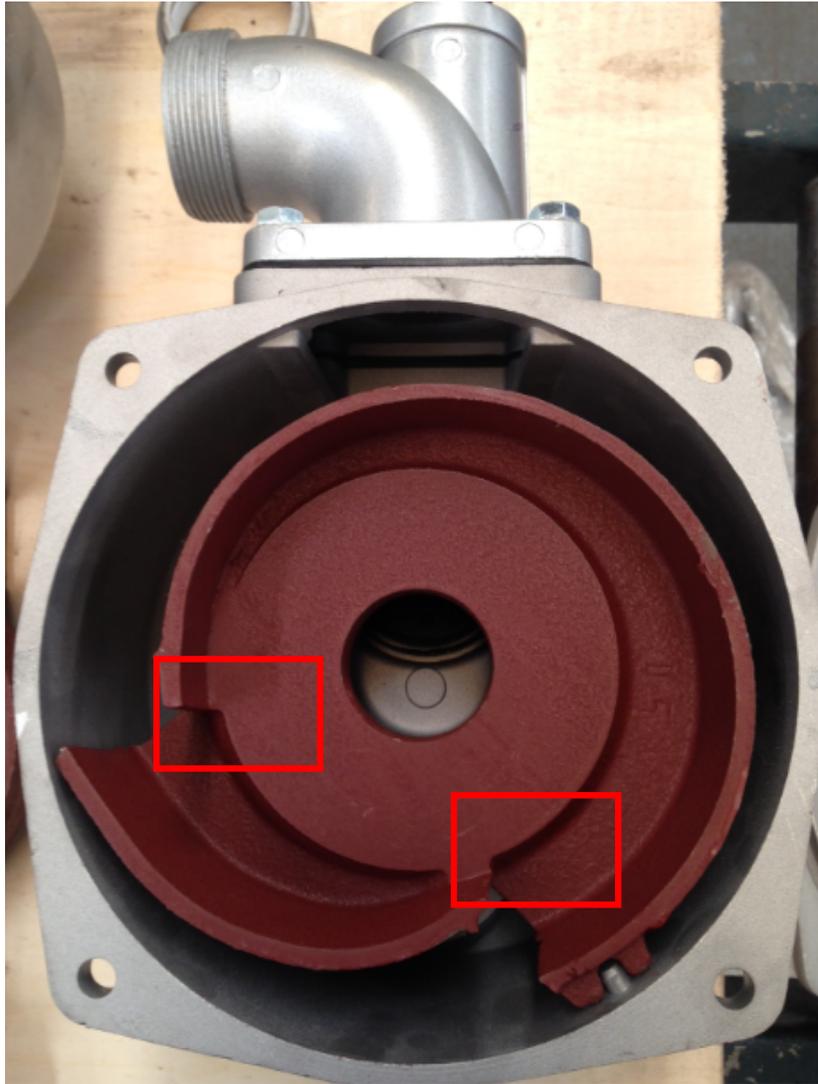


Imagen 4.13 Difusor Proveedor SUMEC Inc.

CONTEXTO DE PARTICIPACIÓN PROFESIONAL



Imagen 4.14 Impulsor proveedor SUMEC Inc.

A continuación se ejemplifica el resultado de la reducción total en mm del marco de la motobomba.

Tabla 4.12 Comparativa entre Diseños de Bombas

	Diseño I China	Diseño II	Diseño III Final	Reducción Total [mm]
A - Largo [mm]	617	615	500	117
B - Ancho [mm]	478	455	440	38
C - Alto [mm]	488	488	430	58
	Medidas Caja		Medidas Caja	
A - Largo [mm]	630		510	120
B - Ancho [mm]	490		450	40
C - Alto [mm]	523		440	83

CREACION DE LA LINEA DE ENSAMBLE

Creación de la línea de Ensamble

En toda empresa fabricante o ensambladora de productos, el diseño de líneas de ensamble es de suma importancia, y la eficiencia de las mismas depende en gran medida del rendimiento del personal trabajando en la línea de ensamble, por lo que es un hecho que la eficiencia de las actividades realizadas, contribuirá en la rentabilidad económica de la empresa a corto y largo plazo.

La demanda actual de las motobombas en el segmento en el que participa Kohler de México, requiere que las empresas respondan con rapidez a los múltiples requerimientos de los clientes, por lo que para la creación de la línea de ensamble de este proyecto, se contemplaron varios factores, como los movimientos innecesarios, esperas, nivel de existencias, sobreproducción, transportes y la corrección de defectos.

Para la creación de la línea de ensamble en las oficinas de Kohler de México, se ocuparon componentes ya existentes de la compañía, sin embargo se encontraban en desuso y sin alguna aplicación actual.

A continuación se describen las actividades realizadas para su creación:

- 1.- Se identificaron las tareas que componen el proceso de ensamble.
- 2.- Se cuantificó el tiempo necesario para desarrollar cada tarea.
- 3.- Se contemplaron los recursos físicos necesarios para todo el proceso.
- 4.- Se realizó un análisis del orden lógico de ejecución.
- 5.- Se contemplaron las capacitaciones necesarias para el personal.

1.- Las tareas identificadas que componen el proceso de ensamble del motor a la bomba, fueron las siguientes:

- Desempaque del motor y bomba.
- Ensamble de bomba al motor.
- Prueba de motobomba.
- Colocación de accesorios.
- Empaque Final.

2.- Se realizó un estudio de tiempos y movimientos, cronometrando las actividades involucradas para el ensamble de la bomba al motor en un espacio similar a donde se contempló colocar la línea de ensamble. Para efectuar este proceso se consideró un trabajador con experiencia previa en ensamble de motores y equipos de bombeo. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

CREACION DE LA LINEA DE ENSAMBLE

Tabla 4.13 Estudio de tiempos y movimientos para el ensamble de la bomba

<u>a) Desempaque de motor y bomba</u>	Hrs
Cortar película de PVC	0.0011
Bajar motor de tarima	0.0049
Abrir la caja de cartón	0.0017
Retirar motor de caja	0.0079
Colocar el motor en la línea de ensamble	0.0029
Retirar tarjetas y colocar c/refuerzos en la caja	0.0025
	0.0210
 <u>b) Ensamble de bomba al motor</u>	
Empujar motores en la línea de ensamble	0.0003
Colocar charola sobre el transportador	0.0011
Aplicar Loctite #587 a los 4 tornillos	0.0037
Colocar el Intermedio (Base) bomba sobre la flecha cigüeñal y apretar los 4 tornillos del Intermedio c/pistola neumática	0.0157
Torquear los 4 tornillos a 195 lb-in del Intermedio	0.0046
Derramar detergente liquido sobre la flecha, lo cual ayudara a instalar el Sello Mecánico	0.0015
Derramar detergente liquido sobre el Sello Giratorio	0.0012
 Con los pulgares inserte el sello mecánico en el Intermedio (Base) bomba	 0.0046
 Derramar detergente liquido sobre el Sello, esto ayudara a instalar el Sello Giratorio	 0.0019
Colocar laines previo a la colocación del Sello Giratorio	0.0017
Insertar el Sello Giratorio en la parte trasera del impulsor	0.0012
Girar a mano el Impulsor sobre la flecha del cigüeñal, en sentido de las manecillas del reloj hasta que se apriete	0.0080
 <u>b) Ensamble de bomba al motor</u>	
 Golpear con un mazo de hule una aleta del Impulsor en sentido de las manecillas del reloj hasta que la resistencia es observada	 0.0037
Colocar la junta O-Ring sobre el Intermedio (Base) bomba	0.0050
 Posicionar la Voluta (Caracol) alineada con el intermedio (Base), verificando el claro entre la Voluta y el impulsor con un lainero. Si el claro está más grande de 1.2 mm (0.0472"), hay que agregar una laina. Pero sí el claro es menor de 0.4 mm (0.0157") hay que retirar una laina. Si hay que agregar o retirar una laina hay que repetir los pasos #18, #19 & #21	 0.0074
Retirar la Voluta o Caracol	0.0019
Posicionar la Voluta o Caracol dentro de la cubierta, alineando la lengüeta de la cubierta dentro de la muesca de la voluta	0.0065
 Posicionar la Cubierta Bomba al Intermedio o Base y atornillar los tornillos al llegue, es decir sin apretar. Asegurándose de que el O-Ring este asentado correctamente	 0.0139
Apretar los tornillos de la Cubierta Bomba	0.0069

CREACION DE LA LINEA DE ENSAMBLE

Torquear los tornillos de la Cubierta Bomba a M8(164 lb-in) o M10(199 lb-in)	0.0128
Aplicar Loctite #587 a los 3 tornillos de la brida de entrada de agua	0.0033
Instalar la brida de entrada de agua y la válvula de retención a la cubierta bomba con 3 tornillos y 3 roldanas	0.0139
Apretar los 3 tornillos con llave de impacto	0.0043
Torquear los 3 tornillos a M8(164 lb-in) o M10(199 lb-in)	0.0052
Colocar tapón de plástico	0.0019
Aplicar Loctite #5770 a los 4 tornillos de la brida de salida de agua	0.0033
Instalar la brida de salida de agua y la junta a la cubierta bomba con 4 tornillos y 4 roldanas	0.0102
Apretar los 4 tornillos con llave de impacto	0.0043
Torquear los 4 tornillos a M8(164 lb-in) o M10(199 lb-in)	0.0096
Colocar tapón de plástico y abrazadera	0.0037
Acomodar el motor en el trineo o bastidor	0.0031
Apretar 4 tornillos con sus 4 tuercas para sujetar el motor al bastidor o trineo con llave de impacto	0.0311
	0.1976

c) Prueba-Bomba

Probar la bomba de agua, comenzando con el motor (carburación, vacío, rpms) y posteriormente con la bomba	0.0925
---	--------

d) Accesorios

Tomar una bolsa de hule y colocar en su interior una pichancho para accesorio	0.0077
Tomar una bolsa de hule y colocar en su interior 3 abrazaderas metálicas, 2 juntas de hule en forma de roldanas y 2 niples para manguera para accesorio	0.0056
	0.0133

e) Empacar

Adherir placa de identificación	0.0025
Colocar manual	0.0070
Aplicar sellador loctite 59241 en tapón drene	0.0056
Torquear tapón dren a 240 lb-in	0.0087
Limpiar el motor	0.0226
Colocar el motor en el interior de la caja	0.0079
Flejar la caja	0.0087
Anotar número de serie en la lista	0.0010
Anotar modelo, spec y número de serie sobre la caja	0.0052
	0.0692

Tiempo Total sin Probar Bomba 0.3011 (18.06 min)

Tiempo Total Probando Bomba 0.39 (23.6 min)

CREACION DE LA LINEA DE ENSAMBLE

3.- Se contemplaron los recursos físicos necesarios para el equipo de todo el proceso en base a comentarios y sugerencias de parte de Kohler USA (Corporativo).

Referentes al banco de prueba:

- Material de Instalación del Equipo de Prueba (material diverso, cemento, pegamento, silicón, etc).
- 2 Manómetros Rango 0 a 4 Kgf/cm² de 2- 1/2" de diámetro (presión de descarga).
- 2 Manómetro de vacío Rango 0 a 30 in Hg 2-1/2" de diámetro (presión de succión).
- 1 Medidor de Flujo de Agua Tipo Turbina Diámetro 2 NPT, Rango 20-200 gal/min (caudal de descarga).
- 1 Medidor de Flujo de Agua Tipo Turbina Diámetro 3 NPT, Rango 40-400 gal/min (caudal de descarga).

Referentes a modificaciones locales y adecuaciones de equipo con el que se contaba:

- Reacondicionamiento de un tanque metálico para aire comprimido 2000 L, como recipiente para almacenamiento de agua.
- Mano de Obra por las modificaciones (reasignación e instalación de rodillos transportadores, reasignación e instalación de equipo para flejar, reacomodo de herramientas).

4.- Se realizaron divisiones de todo el proceso en estaciones de trabajo, con la finalidad de ajustar y equilibrar la carga de trabajo entre todas las estaciones y evitar tiempos de espera entre una y otra. Se usaron rodillos transportadores durante todo el trayecto de la línea, a excepción de las pruebas de las bombas, donde por cuestiones de espacio, se ubicó el banco de pruebas de la moto bomba a un lado de los rodillos de la línea de ensamble. Para el suministro de materiales necesarios para el ensamble de los equipos y tener un flujo continuo de trabajo, se colocaron racks para la alimentación de la línea.

CREACION DE LA LINEA DE ENSAMBLE

A continuación se presenta el área total de la Línea de Ensamble y las divisiones estipuladas para las estaciones de trabajo:

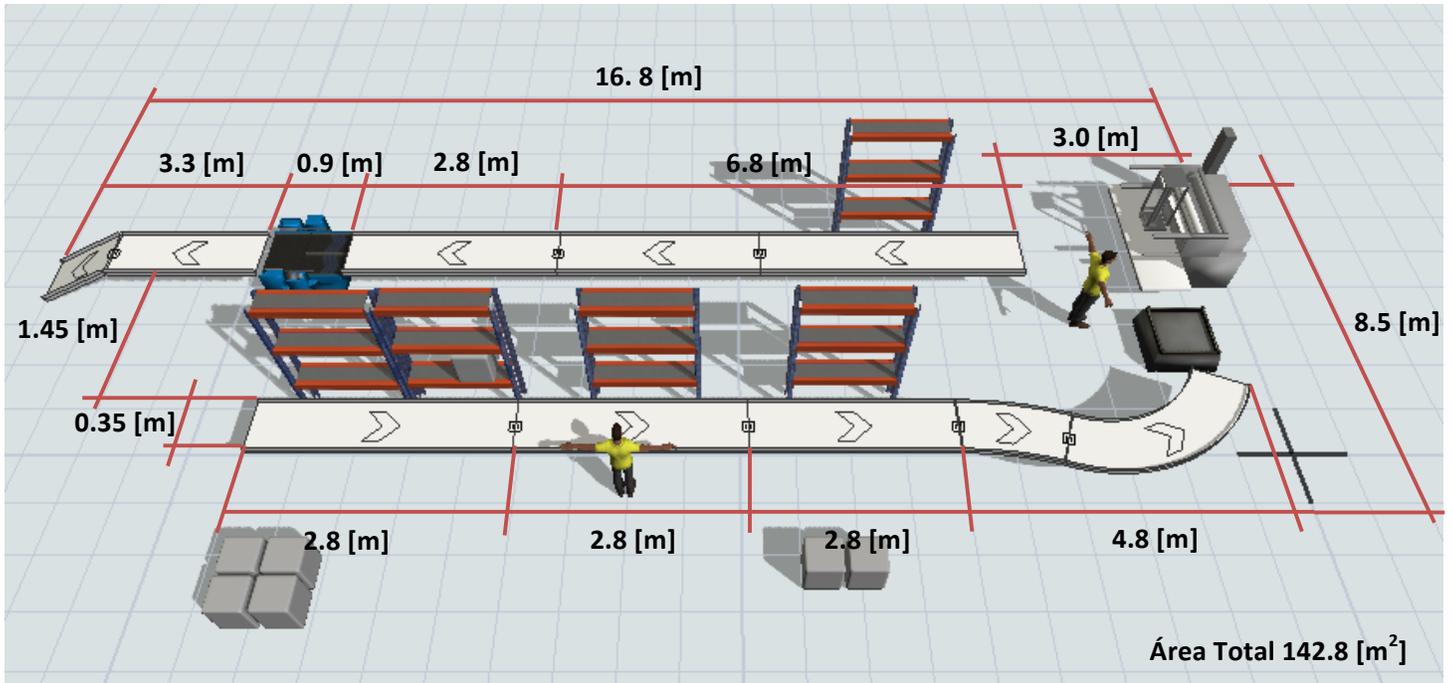


Imagen 4.15 Medidas de la Línea de Ensamble

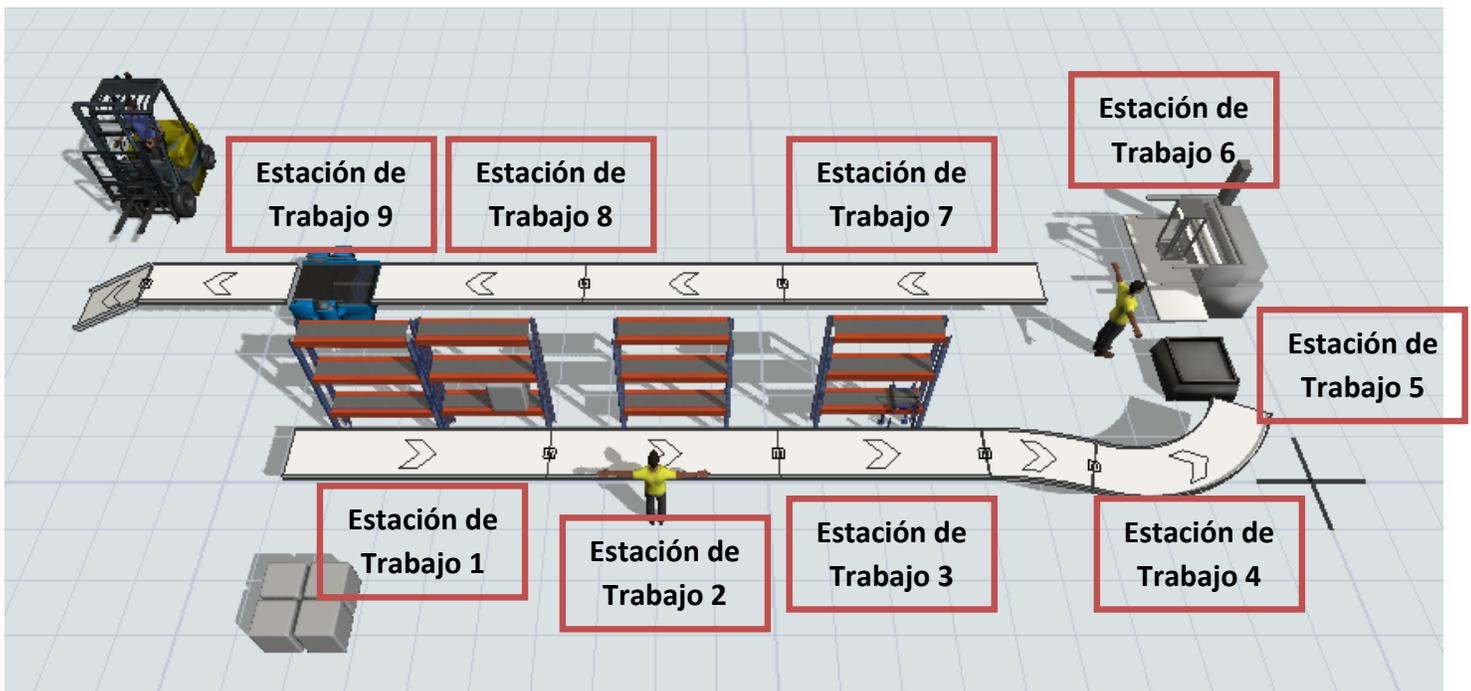


Imagen 4.16 Estaciones de Trabajo

CREACION DE LA LINEA DE ENSAMBLE

Con los resultados y mediciones obtenidas en el estudio de tiempos y movimientos, se crearon Hojas de Procesos (Ver Anexos) que definen la secuencia óptima de operaciones a seguir para el ensamble de la motobomba al motor a gasolina. Para la creación de las Hojas de Procesos en la línea de ensamble, se contempló el estudio de tiempos y movimientos realizado con anterioridad y las estaciones de trabajo estipuladas para el ensamble de los equipos. Los procedimientos se intentaron documentar de la manera más sencilla posible, para una fácil comprensión y aplicación de los usuarios. Así mismo se buscó crear una correcta metodología y secuencia del trabajo, con la finalidad de que los operadores las lleven a cabo para tener un plan correcto y una secuencia lógica de actividades.

A continuación se describen los componentes y ubicaciones en la línea de ensamble:

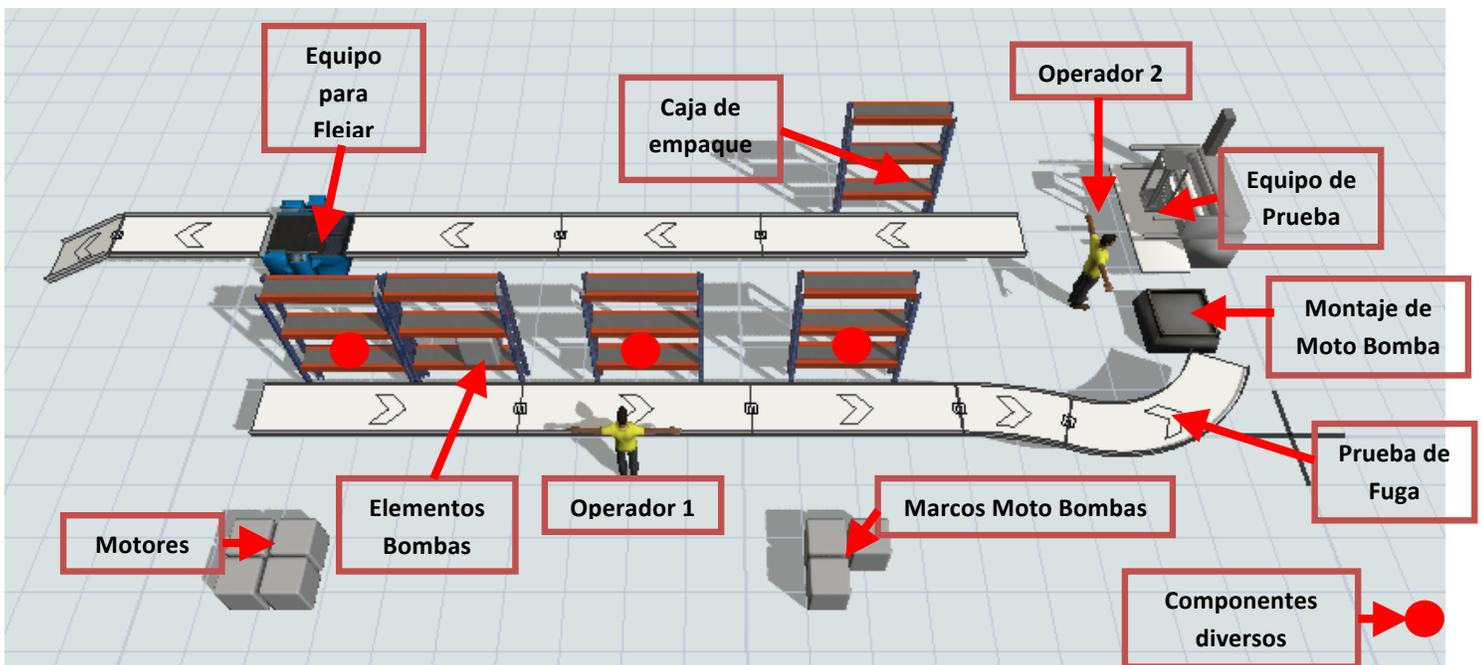


Imagen 4.17 Componentes y ubicaciones en línea de ensamble

CREACION DE LA LINEA DE ENSAMBLE

En el siguiente esquema, se ejemplifican las acciones a seguir de acuerdo a las Hojas de Procesos creadas (Ver Anexos):

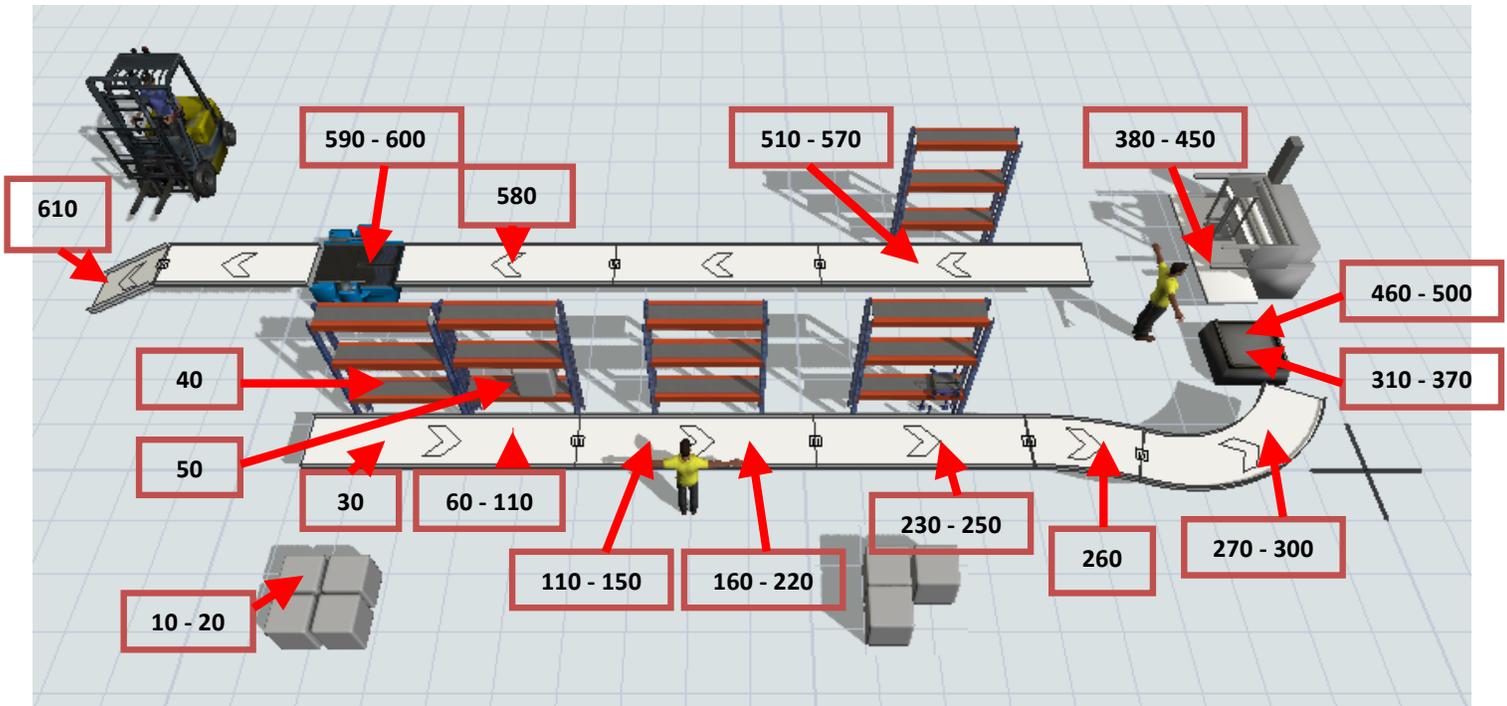


Imagen 4.18 Acciones de acuerdo a Hojas de Procesos

5.- Finalmente y no menos importante, posterior a la instalación de la línea de ensamblaje, se contemplaron las capacitaciones necesarias para el personal, tanto para la lectura de las hojas de procesos, el ensamble de los equipos, la prevención de defectos en las estaciones de trabajo y acciones correctivas. En todas las capacitaciones, se fomentó su participación activa para la solución de problemas de calidad y reducción de tiempos, con el propósito de recibir retroalimentación en futuros estudios de tiempos y movimientos que se efectuarán durante el año 2017-2018.

5.- Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos en este proyecto. Primeramente se muestran las mediciones obtenidas con la motobomba original del proveedor Fuzhou Hailin Machinery Co., Ltd, y posteriormente con la motobomba modificada con el nuevo cuerpo de la bomba adquirido directamente del proveedor en China SUMEC Inc. (impulsor y difusor).

Diseño I (Bomba Anterior)

Cabe resaltar que el proveedor Fuzhou Hailin Machinery Co., Ltd. , en información brindada inicialmente para las muestras, se mencionaron valores similares a los de Honda, de 158 GPM (Galones por Minuto) de descarga en la bomba de 2"x2" y 290 GPM (Galones por Minuto) de descarga en la bomba de 3"x3". Sin embargo al realizar las pruebas con el banco de pruebas, los valores fueron sustancialmente diferentes.

Se realizaron pruebas variando el flujo de agua, esto se realizó cerrando gradualmente la válvula de paso en el banco de pruebas instalado, y observando los valores de los manómetros y medidores de flujo de agua en el banco de pruebas. Se registraron los siguientes valores tanto para las bombas de 2"x2" y 3"x3".

Tabla 5.1 Resultados Moto Bomba 2"x2" Diseño I (anterior)

Moto bomba 2"x2"		
GPM	h-ft	psi
0	87	37.66234
39.27	69	29.87013
67.405	55	23.80952
78.625	47	20.34632
101.065	30	12.98701
122.4	15	6.493506
136.935	0	0

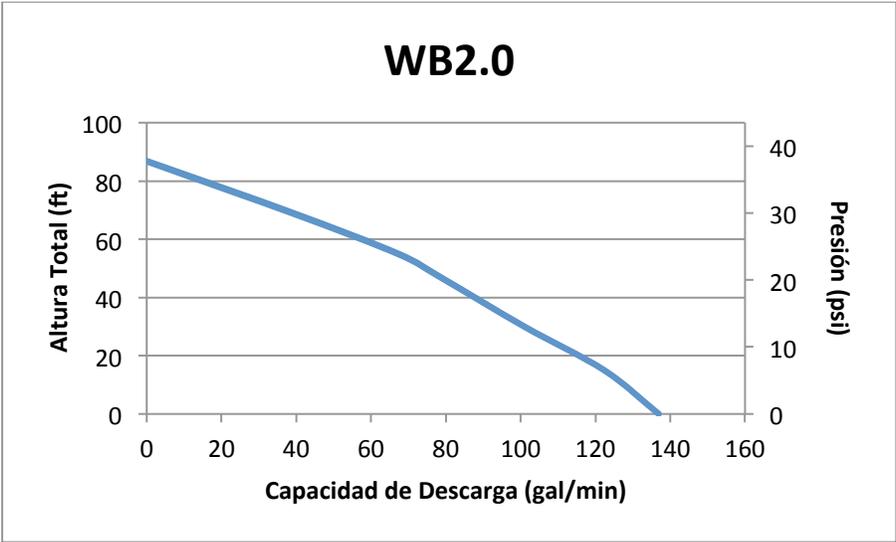


Imagen 5.1 Curva rendimiento Moto Bomba 2"x2" Diseño I

Tabla 5.2 Resultados Moto Bomba 3"x3" Diseño I (anterior)

Moto bomba 3"x3"		
GPM	h-ft	psi
0	77	33.33333
22.44	74	32.03463
78.625	63	27.27273
112.285	57	24.67532
145.945	49	21.21212
179.605	38	16.45022
202.13	30	12.98701
224.57	18	7.792208
249.22	0	0

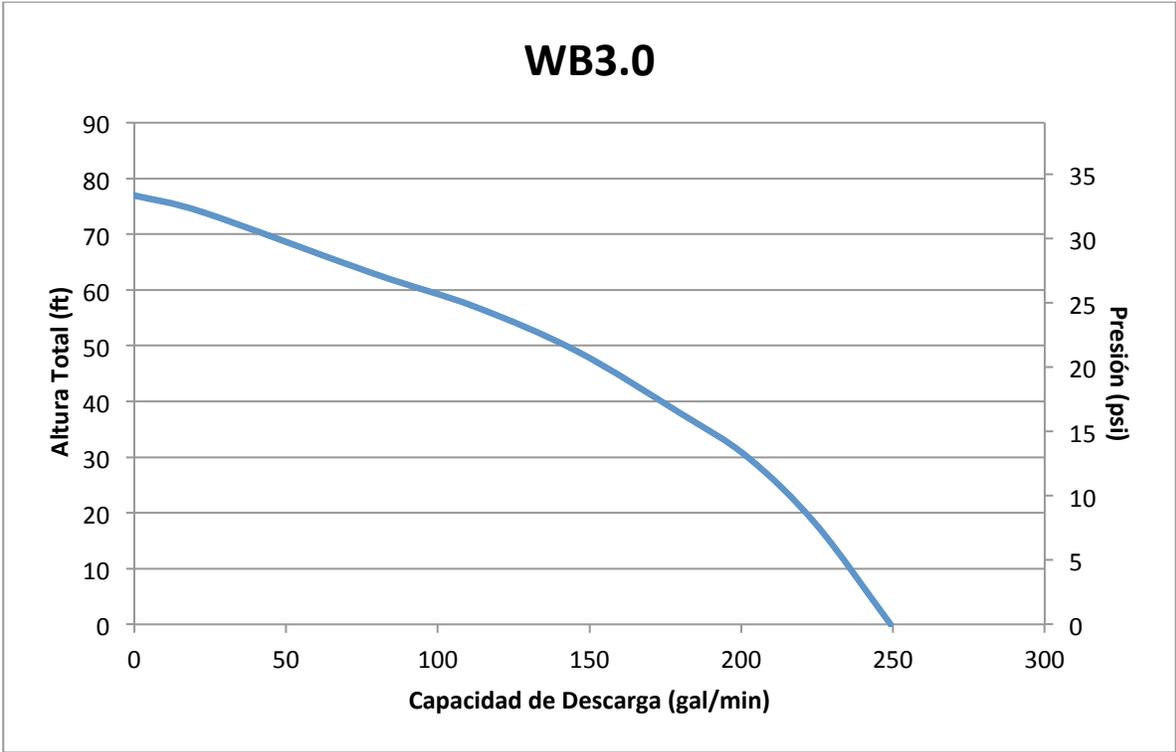


Imagen 5.2 Curva rendimiento Motobomba 3"x3" Diseño I

Diseño III (Bomba Actual)

Se realizaron las mismas pruebas, pero con el elemento bomba del proveedor SUMEC Inc., variando el flujo de agua, cerrando gradualmente la válvula de paso en el banco de pruebas instalado, y observando los valores de los manómetros y medidores de flujo de agua en el banco de pruebas. Se registraron los siguientes valores tanto para las bombas de 2"x2" y 3"x3".

Tabla 5.3 Resultados Moto Bomba 2"x2" Diseño III (actual)

Moto bomba 2" x 2"		
GPM	h-ft	Psi
0	91.9	39.7
46.2	73.8	31.9
79.3	57.7	24.9
92.5	50	21.6
118.9	33.5	14.5
144	16.4	7.0
161.1	0	0

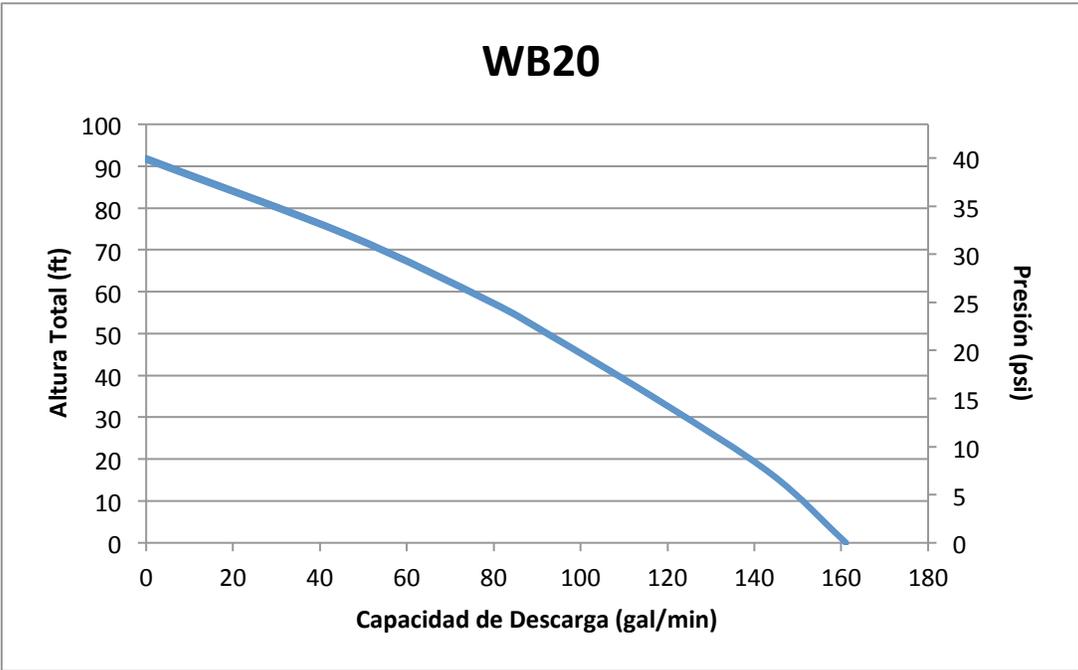


Imagen 5.3 Curva Rendimiento Moto Bomba 2"x2" Diseño III (actual)

Tabla 5.4 Resultados Moto Bomba 3"x3" Diseño III (actual)

Moto bomba 3" x 3"		
GPM	h-ft	psi
0	85.3	36.9
26.4	82	35.4
92.5	73.8	31.9
132.1	66.5	28.7
171.7	57.4	24.8
211.3	44.5	19.2
237.8	34.4	14.8
264.2	20.5	8.8
293.2	0	0

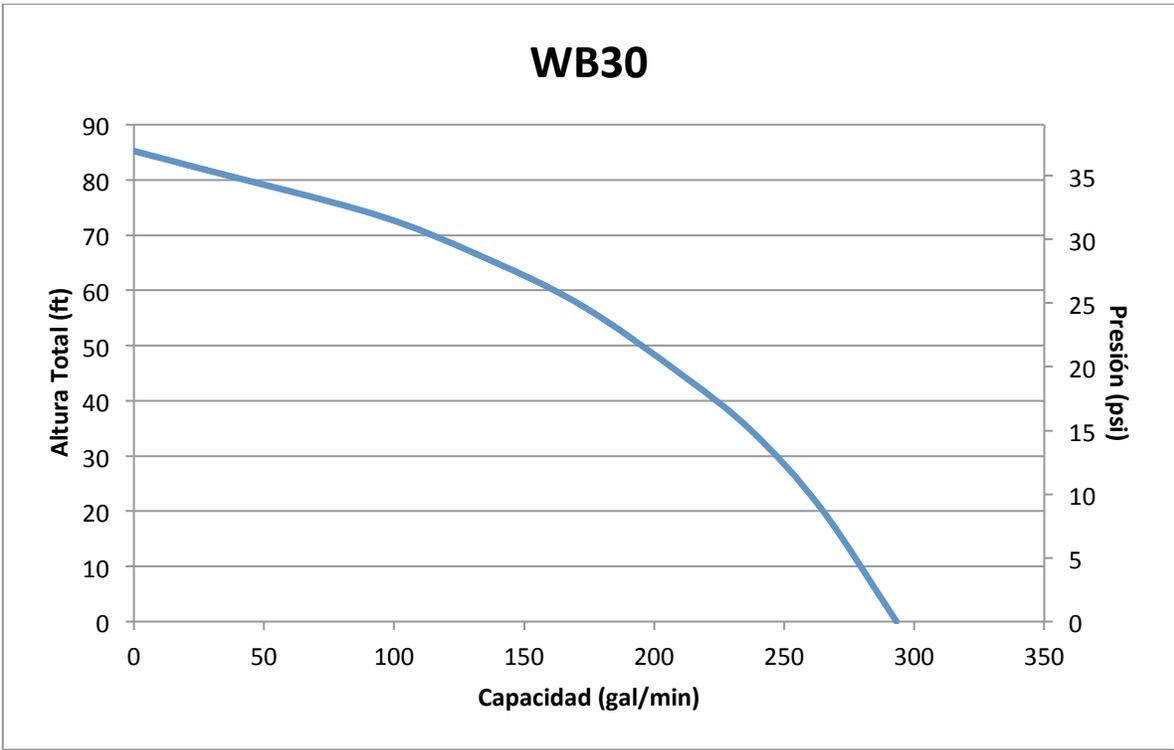


Imagen 5.4 Curva Rendimiento Moto Bomba 3"x3" Diseño III (actual)

Al cambiar el elemento bomba de agua, se logró observar una mejora de aproximadamente 15% en el flujo de agua de la bomba (GPM) y 5% de aumento de presión en la bomba de 2"x2" y 9% de aumento de presión en la bomba de 3"x3".

Los nuevos valores de la motobomba son similares a la competencia, Honda. En la Imagen se presentan los valores de las motobombas Honda.

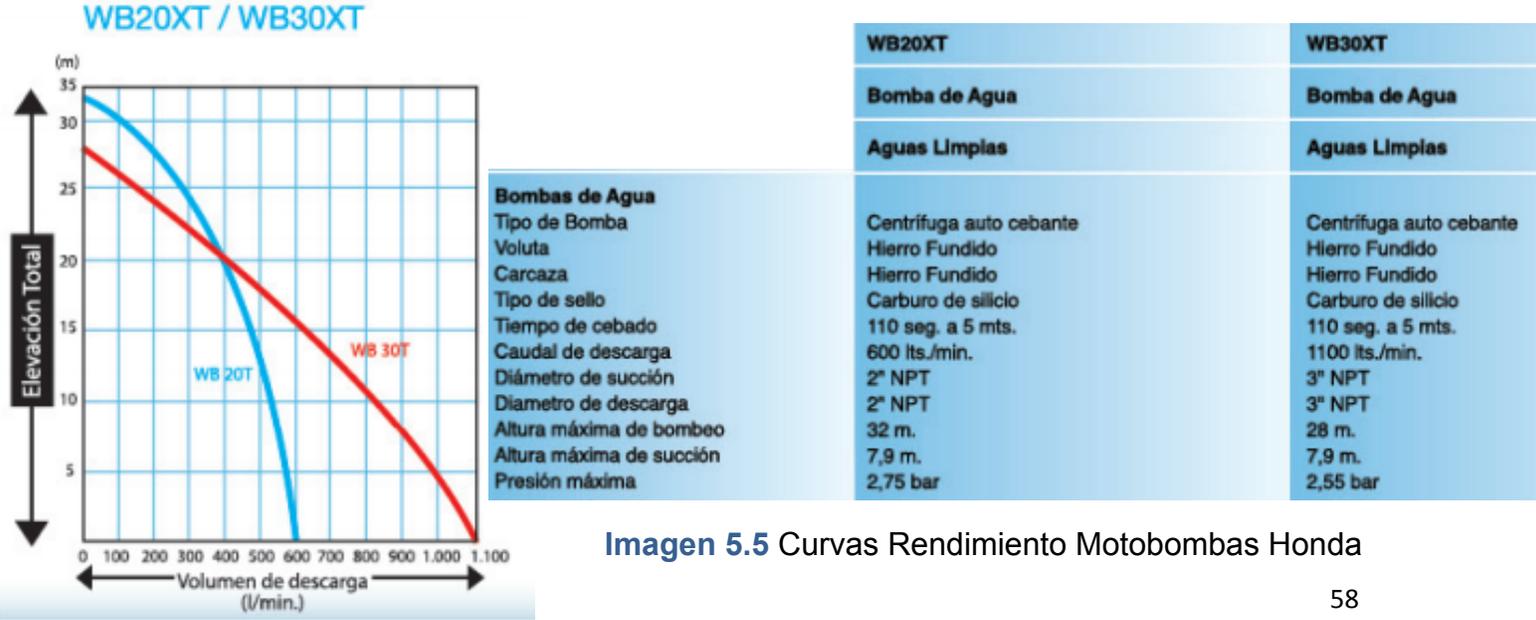


Imagen 5.5 Curvas Rendimiento Motobombas Honda

CONCLUSIONES

A continuación se presentan fotos reales de la línea de ensamble desarrollada y del banco de pruebas:



Imagen 5.6 a) Línea de Ensamble



b) Línea de Ensamble



c) Línea de Ensamble



d) Línea de Ensamble



e) Línea de Ensamble



f) Línea de Ensamble



g) Línea de Ensamble



Imagen 5.7 a) Banco de Pruebas



b) Banco de Pruebas



c) Banco de Pruebas



d) Banco de Pruebas

En el desarrollo de todo el proyecto, hubo varios inconvenientes que se describen a continuación:

- El proveedor de bombas Fuzhou Hailin Machinery Co., Ltd. brindó información no verídica de las bombas ofrecidas, por lo que se tuvo que recurrir a un proveedor diferente de China, SUMEC Inc.
- Lamentablemente al no contar en Kohler de México con equipo de medición de eficiencia para el impulsor y difusor de una bomba centrífuga, se depende totalmente de la información brindada por el fabricante. Con la responsabilidad de validar los datos de los equipos recibidos.
- La renuencia al cambio dentro de Kohler de México, obstaculizó el avance del diseño de los marcos para las motobombas, por lo que se tuvo que convencer al Departamento de Servicio Técnico que la reducción del tamaño de marco, no afectaría los servicios de mantenimiento de los motores.
- Espacio requerido. Un gran problema suscitado, fue la cantidad de espacio requerido para la línea de ensamble y el banco de pruebas, cada operación requirió de su propio espacio para los materiales correspondientes y la ubicación de las máquinas, sin embargo el espacio destinado originalmente no era el óptimo para el proyecto. No obstante se tuvo que ajustar el proyecto al presupuesto asignado, por lo que se puede mejorar en un futuro el layout de la línea de ensamble.

6.- Conclusiones

- El trabajo realizado para migrar el ensamble de moto bombas a México, brindó experiencias al autor, acerca de la forma en que se aborda un proyecto de ingeniería y administración, aplicando experiencias y conocimientos previamente adquiridos y le brindó la oportunidad de aprender sobre un área ajena a la carrera cursada.
- El banco de pruebas desarrollado, partió por una propuesta de parte del corporativo Kohler USA, este sistema definido, permitió realizar pruebas de ensamble para bombas de 2"x2" y 3"x3". En los resultados prácticos se lograron obtener los resultados deseados, logrando mejores valores de caudal de las bombas de las que se tenían anteriormente, 15% de aumento en el flujo de agua de la bomba (GPM) y 5% de aumento de presión en la bomba de 2"x2" y 9% de aumento de presión en la bomba de 3"x3".
- El cambio en el diseño del marco de las motobombas, permitió bajar costos en fletes para los clientes, al poder acomodar en un Contenedor de 40ft, 440 motobombas, mientras que con el diseño anterior se podían acomodar 320 motobombas. Lo que equivale a un incremento de 37.5 % de producto dentro de un Contenedor de 40 ft.
- Se logró eliminar satisfactoriamente el impuesto de importación del 15% al efectuar el ensamble de la motobomba en México y ser aprobado por Kohler USA. Esto brinda un precio más competitivo en el mercado para promover los equipos.

Recomendaciones

- En todo proceso de diseño es indispensable llevar una bitácora, ya que hay detalles importantes que pueden ser olvidados.
- El diseño del marco de la motobomba se puede mejorar aún más, es recomendable escuchar los comentarios de los clientes para proveer un producto que se adecue a sus aplicaciones y sus necesidades.
- Al tener el ensamble de motobombas en México, brinda la oportunidad de ensamblar otro tipo de bombas a los motores, con la finalidad de tener una oferta más amplia para ofrecer a los clientes, bombas de alta presión, para químicos, etc.
- Inicialmente se realizará el ensamble de acuerdo a las hojas de procesos en las estaciones de trabajo, se recomienda la colocación de monitores de computadora para hacer más eficiente la ruta de procesos y tener una mejor comunicación con planeación para la previsión de material.
- Se recomienda evaluar constantemente al proveedor nacional de los marcos de la motobomba, con la finalidad de evaluar el desempeño del producto a mediano y largo plazo, así como la conformidad de los clientes actuales.

Bibliografía

[1] Industria Manufacturera, Maquiladora y Servicio de Exportación [online]. México: Secretaría de Economía, 2016. Disponible en: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/industria-y-comercio/instrumentos-de-comercio-exterior/immex> (consultado 17 de Marzo 2017).

2.- Kenneth J. *“Bombas, Selección Uso y Mantenimiento”* McGraw Hill ,1998.

3.- Martín Domingo, A. *“Apuntes de Mecánica de Fluidos”* Creative Commons, España, 2011.

4.- James W. Daily, Donald R. F. Harleman. *“Dinámica de los Fluidos”* Trillas, México, 1975.

5.- Head, Pressure and Mr. Bernoulli #16-08 [online]. México: McNally Institute, 2017, Disponible en: <http://www.mcnallyinstitute.com/16-html/16-08.htm> (consultado 21 de Enero 2017).

6.- Especificaciones Técnicas de Contenedores [online]. México: 2017. Disponible en: <http://www.arancelar.com/skint/contenedores.htm> (consultado 17 Febrero 2017).

7.- Equipos de bombeo para sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento para el medio rural [online]. Lima: Organización Panamericana de la Salud, 2017. Disponible en:

<http://www.bvsde.ops-oms.org/tecapro/documentos/miscela/guiaselequiposbombeo-rural.pdf> (consultado 10 de Enero 2017).

8.- Bombeo Solar Fotovoltaico [online]. México: SunFields Europe, 2017. Disponible en:

<https://www.sfe-solar.com/suministros-fotovoltaica-aislada-autonoma/bombeo-solar/> (consultado 15 de Febrero 2017).

ANEXOS

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
--	------------------------	------------------------	-------------------------------	--

DESCRIPCION DEL PROCESO: ENSAMBLE DE LA BOMBA DE AGUA PA-WB20-0001

No. OP.	ITEM	PARTE	DESCRIPCION DE LA OPERACION	PARTE	CANT	No. PARTE	NOMBRE
10	○	A	- Retirar película de PVC de tarima del multi-empaque de los motores	A	1	PH-SH265-3134	Motor Serie 3000
20	○	A	- Destapar la camada superior de la tarima de los motores.	B	1	JMS P50	Bomba de 2"X2"
30	○	A	- Tomar un motor y colocarlo sobre la mesa de trabajo de la Línea de Ensamble				
40	○	A	- Colocar los refuerzos de cartón, los manuales y los accesorios en el rack de enfrente para que después sean colocados en el interior de la caja, cuando sean empacadas las Moto Bombas.				
50	○	B	- Tomar una Bomba de 3"X3" de la caja de acarreo				
60	○	B	- Retirar del interior de la caja las piezas que componen la Bomba y colocarlas sobre la Línea de Ensamble. Colocar únicamente los accesorios en el rack de enfrente para que después se coloquen en el interior de la caja, cuando sean empacadas las Moto Bombas.				
70	○	B	- Posicionar el Intermedio (Base) Bomba entre la flecha cigüeñal y sobre la Brida del Motor, haciendo coincidir los 4 barrenos del Intermedio con los 4 barrenos roscados de la Brida del Motor.				
80	○	B	- Tomar 4 Roldanas Planas e insertarlas en los 4 Tornillos	CANT.	No. HTA.	DESCRIPCION	No. OP.
90	○	B	- Aplicar Loctite #587 a los 4 Tornillos	1		Navaja	10
100	○	B	- Posicionar y apretar los 4 Tornillos del Intermedio c/pistola neumática y dado hexagonal de 12mm.	1		Loctite #587	90
110	○	B	- Torquear Tornillos del Intermedio a 200 Lb-in.	1		Pistola Neumática	100
				2		Dado de 12mm	100 & 110
				2		Extensión de 3"X3/8"	100 & 110
				1		Torquímetro	110
FECHA:						REVISION:	

ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 1
--	---------------------------------------	---	--	---------------------

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
-------------------------------------	-----------------	-----------------	------------------------	---



10 a 30



50 & 60



100



110

200 Lb-in

ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 2
---------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------

ANEXOS

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
-------------------------------------	-----------------	-----------------	------------------------	---

DESCRIPCION DEL PROCESO: ENSAMBLE DE LA BOMBA DE AGUA PA-WB20-0001

No. OP.	ITEM	PARTE	DESCRIPCION DE LA OPERACION	PARTE	CANT.	No. PARTE	NOMBRE
120	○		- Colocar una lana previo a la colocación del Sello Giratorio - Posicionar y girar a mano el Impulsor sobre la flecha del cigüeñal, en sentido de las manecillas del reloj hasta que se apriete. - Golpear con un mazo de hule una de las aletas del Impulsor, en sentido de las manecillas del reloj hasta que se sienta una resistencia para que apriete. - Tomar y posicionar una Junta de hule, Tipo O-Ring sobre la periferia del Intermedio o Base.				
130	○						
140	○						
150	○						
				CANT.	No. HTA.	DESCRIPCION	No. OP.
				1		Mazo de Neopreno	140
FECHA:						REVISION:	

ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 3
---------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
-------------------------------------	-----------------	-----------------	------------------------	---



120



130,140 &150

ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 4
---------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------

ANEXOS

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
--	------------------------	------------------------	-------------------------------	--

DESCRIPCION DEL PROCESO: ENSAMBLE DE LA BOMBA DE AGUA PA-WB20-0001

No. OP.	ITEM	PARTE	DESCRIPCION DE LA OPERACION	PARTE	CANT.	No. PARTE	NOMBRE
160	<input type="checkbox"/>	B	- Posicionar la Voluta (Caracol) verificando el claro entre la Voluta y el impulsor con un lainero. Si el claro está más grande de 1.2 mm (0.047"), hay que agregar una laina en forma de roldana, Pero si el claro es menor de 0.4 mm (0.016") hay que retirar una laina. Si hay que agregar o retirar una laina hay que repetir los pasos # 130, #140 & #160. - Colocar la junta O-Ring sobre el Voluta o Caracol. - Una vez que ha quedado el claro que debe de tener, posicionar el caracol entre la Cubierta Bomba, haciendo coincidir la ranura de la Voluta con el borde de la Cubierta. - Tomar 4 roldanas e insertar sobre la cuerda de los 4 tornillos, posicionar la Cubierta de la Bomba sobre el Intermedio (Base), - Colocar los 4 tornillos al llegue sin apretar, asegurándose de que el O-Ring este asentado correctamente. - Apretar los tornillos de la Cubierta Bomba con la pistola neumática. - Torquear los tornillos de la Cubierta Bomba a 165 lb-in				
170	<input type="checkbox"/>	B					
180	<input type="checkbox"/>	B					
190	<input type="checkbox"/>	B					
200	<input type="checkbox"/>	B					
210	<input type="checkbox"/>	B					
220	<input type="checkbox"/>	B					
				CANT.	No. HTA.	DESCRIPCION	No. OP.
				1		Laina 1.2mm (0.047")	160
				1		Laina (0.048")	160
				1		Laina 0.4mm (0.015")	160
				1		Laina (0.014")	160
				1		Pistola neumática	210
				2		Dado de 13mm	210
				1		Torquimetro de trueno	220
				1		Extensión 3"X3/8"	220
FECHA:						REVISION:	

ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 3
--	---------------------------------------	---	--	---------------------

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
-------------------------------------	-----------------	-----------------	------------------------	---



160



170



180



190 & 200



210



Torquear 165 Lb-in

220



ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 6
---------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------

ANEXOS

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
--	------------------------	------------------------	-------------------------------	--

DESCRIPCION DEL PROCESO: ENSAMBLE DE LA BOMBA DE AGUA PA-WB20-0001

No. OP.	ITEM	PARTE	DESCRIPCION DE LA OPERACION	PARTE	CANT.	No. PARTE	NOMBRE
230	○	C	- Colocar el motor en el trineo o bastidor.	C	1	35 301 01-MX	Estructura (Bastidor)
240	○	D & E	- Colocar y apretar 4 tornillos con sus 4 tuercas para sujetar el motor al bastidor o trineo con llave de impacto.	D	4	35 211 07-MX	Tornillo
250	□		- Torquear los tornillos de la Estructura a 200 lb-in.	E	4	35 100 01-MX	Tuerca
260	⇒		- Empujar Moto Bomba al final de la Línea de Ensamble, para la Prueba de hermeticidad o sellado (prueba de fuga).				
				CANT.	No. HTA.	DESCRIPCION	No. OP.
				1		Pistola neumática	240
				2		Dado hexagonal	240 & 250
				1		Torquímetro de trueno	250
				1		Extensión 3"X3/8"	250
FECHA:						REVISION:	

Nota: Esta Bomba ya trae acoplada las Bidas de Succión y de Descarga.

ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 7
--	---------------------------------------	---	--	---------------------

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
-------------------------------------	-----------------	-----------------	------------------------	---



[230](#)



[240](#)

200 Lb-in

ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 8
---------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------

ANEXOS

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
--	------------------------	------------------------	-------------------------------	--

DESCRIPCION DEL PROCESO: PRUEBA DE SELLADO O FUGA EN LA BOMBA DE AGUA PA-WB20-0001 (Prueba al 100%)

No. OP.	ITEM	PARTE	DESCRIPCION DE LA OPERACION	PARTE	CANT.	No. PARTE	NOMBRE
270	○		- Conectar el conector con la entrada de aire a la brida de succión de la Moto-Bomba.				
280	○		- Conectar el conector de la tapa ciego en la brida de la descarga de la Moto-Bomba.				
290	□		- Abrir la válvula del paso de aire del tablero de la prueba de fuga de aire.				
300	□		Suministrar aire hasta 0.3 MPa (43.51PSI/ 3 Bares/ 3.06Kgf/cm2) - Mantener la presión por 30 segundos y comprobar los nuevos datos de la presión.				
			OBSERVACIONES:				
			- Sujetar los conectores de la entrada (Succión) y la salida (Descarga) y asegurarse de que hay anillos de goma (Juntas) para mantener el sellado				
			- Mantener la presión del aire durante más de 30segundos.				
			- Sólo se aceptará la Moto-Bomba si la presión cae menos de 0.02MPa (2.9 PSI, 0.20 Kgf/cm2, 0.2 Bares y 0.197 Atmósferas).				
				CANT.	No. HTA.	DESCRIPCION	No. OP.
				FECHA:		REVISION:	

ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 1
--	---------------------------------------	---	--	---------------------

ANEXOS

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
-------------------------------------	-----------------	-----------------	------------------------	---



ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 2
---------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------

ANEXOS

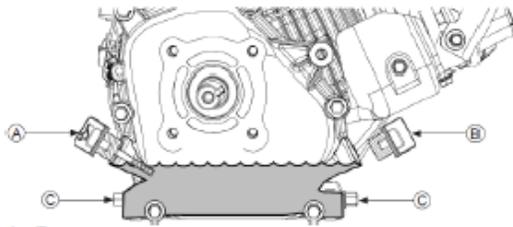
SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
-------------------------------------	-----------------	-----------------	------------------------	---

1. DESCRIPCION DEL PROCESO: 1.- PREPARACIÓN PARA LA PRUEBA DE LA BOMBA PA-WB20-0001 (Probar 1 Bomba de cada 10)

No. OP.	ITEM	PARTE	DESCRIPCION DE LA OPERACION	PARTE	CANT.	No. PARTE	NOMBRE
310	○		1.1.- Colocar la Moto-Bomba sobre la mesa. Retirar el Tapón de llenado de aceite. Colocar 0.6 litros de aceite al motor. Verificar el nivel máximo de aceite sobre la bayoneta o el nivel al ras de derramarse el aceite del barreno del cárter para el tapón de llenado de aceite. Colocar el Tapón de aceite en el barreno del cárter de llenado de aceite.				
320	○		1.2.- Colocar Moto-Bomba sobre el banco de prueba de la Bomba de Agua. Sujetar la Moto-Bomba al banco con las palancas, colocar un pedazo de hule previo a accionar la palanca para proteger la estructura.				
330	○		1.3. Retirar Deflector de salida de humos del escape del motor, si lo tiene. Colocar el tubo extractor en la salida del escape del motor.				
340	○		1.4.- Desconectar la manguera combustible del carburador. Conectar la manguera combustible a la entrada del combustible del carburador. Abrir la llave de la gasolina.				
350	○		1.5.- Posicionar y atornillar el conector de la manguera del equipo de prueba a la brida de la succión de la Bomba de Agua de 3"X3". Apretar el conector con la llave española.				
360	○		1.6.- Posicionar y atornillar el conector de la manguera del equipo de prueba a la brida de la descarga de la Bomba de Agua 3"X3". Apretar el conector con la llave española.				
370	○		1.7.- Arrancar el motor y ajustar las revoluciones a 3750 +/- 75 RPM				
				CANT.	No. HTA.	DESCRIPCION	No. OP.
				FECHA:		REVISION:	

ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 3
---------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
-------------------------------------	-----------------	-----------------	------------------------	---



- A.- Bayoneta
- B.- Tapón de llenado
- C.- Tapón drene de aceite



ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 4
---------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------

ANEXOS

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
-------------------------------------	-----------------	-----------------	------------------------	---

DESCRIPCION DEL PROCESO: 2. - DESARROLLO DE PRUEBA EN LA BOMBA DE AGUA PA-WB20-0001 (Probar 1 Bomba de cada 10)

No. OP.	ITEM	PARTE	DESCRIPCION DE LA OPERACION	PARTE	CANT.	No. PARTE	NOMBRE	
380	<input type="radio"/>		2.1.- PRUEBA DE PRESION MAXIMA DE ENTRADA DEL AGUA A LA BOMBA DE AGUA - Conectar el Manómetro de Presión Negativa entre la entrada (succión) de la bomba y la válvula de entrada. - Arrancar el motor y esperar que la operación del motor sea constante, después cerrar la válvula mariposa de entrada (succión). - Registrar el valor máximo de la presión y la velocidad del motor.					
	<input type="radio"/>							
	<input type="checkbox"/>							
390	<input type="radio"/>		2.2.- PRUEBA DEL TIEMPO MÁXIMO DE CEBADO DE LA BOMBA DE AGUA - Conectar el Manómetro de Presión Negativa, entre la entrada (succión) de bomba y la válvula mariposa de entrada (succión). - Arrancar el motor, esperando que la operación del motor sea constante, entonces cierre la entrada y observa la presión del valor especificado. - Registrar el intervalo de tiempo del valor cercano a la presión para el valor especificado.					
	<input type="radio"/>							
	<input type="checkbox"/>							
400	<input type="radio"/>		2.3.- PRUEBA DE PRESIÓN MÁXIMA DE SALIDA (DESCAGA) DE AGUA A LA BOMBA DE AGUA - Conectar el Manómetro de Presión Positiva entre la salida (descarga) de la bomba y la válvula de salida. - Arrancar el motor, esperando que la operación del motor sea constante, entonces cerrar la válvula de salida (descarga). - Registrar el valor de la presión máxima y la velocidad del motor.	CANT.	No. HTA.	DESCRIPCION	No. OP.	
	<input type="radio"/>			1		Tacómetro	380, 400 & 410	
	<input type="checkbox"/>					cronometro	390 & 410	
410	<input type="radio"/>		2.4.- PRUEBA DE FLUJO (SALIDA) MÁXIMA DE AGUA DE LA BOMBA DE AGUA - Conectar el Medidor de caudal (Flujómetro) entre la salida de la bomba. - Arrancar el motor, esperando para que el motor se estabilice por más de 1 minuto. - Registrar el valor máximo del caudal y la velocidad del motor.	FECHA:		REVISION:		
	<input type="radio"/>							
	<input type="checkbox"/>							

ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 5
---------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------

ANEXOS

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
-------------------------------------	-----------------	-----------------	------------------------	---



ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FECHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 6
---------------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------

ANEXOS

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
-------------------------------------	-----------------	-----------------	------------------------	---

DESCRIPCION DEL PROCESO: 3.- PRUEBA RESISTENCIA DE LA BOMBA DE AGUA PA-WB20-0001 (Probar 1 Bomba de cada 10)

No. OP.	ITEM	PARTE	DESCRIPCION DE LA OPERACION	PARTE	CANT.	No. PARTE	NOMBRE	
420	<input type="radio"/>		3.1.- Instalar la bomba sobre el banco para la prueba de la resistencia, conectar los tubos de entrada y salida.					
430	<input type="radio"/>		3.2.- Arrancar el motor para la resistencia.					
440	<input type="checkbox"/>		3.3.- Una vez cada 2 horas registrar los parámetros ambientales y la velocidad del motor.					
450	<input type="checkbox"/>		3.4.- Verificar y registrar la situación de funcionamiento del motor.					
					CANT.	No. HTA.	DESCRIPCION	No. OP.
						FECHA:	REVISION:	

ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 7
---------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------

ANEXOS

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
-------------------------------------	-----------------	-----------------	------------------------	---



ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 8
---------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------

ANEXOS

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
-------------------------------------	-----------------	-----------------	------------------------	---

DESCRIPCION DEL PROCESO: 4. - PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA PA-WB20-0001 (Probar 1 Bomba de cada 10)

No. OP.	ITEM	PARTE	DESCRIPCION DE LA OPERACION	PARTE	CANT.	No. PARTE	NOMBRE
460	○		4.- Para esta prueba repetir el paso #2 del Desarrollo de la Prueba.				
470	○		- Apagar el Motor, retirar captador de los humos de la combustión, la manguera de suministro de la gasolina, las mangueras de la succión y la descarga de la Bomba y retirar el motor del Banco de prueba.				
480	○		- Drenar el aceite del motor.				
490	○		- Retirar el tapón inferior de la Bomba y drenar el agua de su interior.				
500	○		- Colocar el tapón de plástico en la parte inferior de la Bomba de Agua.				
510	⇨		- Acercar la moto Bomba hacia el área de empaque.				
				CANT.	No. HTA.	DESCRIPCION	No. OP.
FECHA:						REVISION:	

ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 9
---------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------

ANEXOS

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
-------------------------------------	-----------------	-----------------	------------------------	---



ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 10
---------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	---------------

ANEXOS

SOPORTE TECNICO KOHLER DE MEXICO	HOJA DE PROCESO	MODELO: WB20	SPEC: PA-WB20-0001.	DESCRIPCION: MOTOBOMBA DE 2"X2", C/MOTOR SH265
-------------------------------------	-----------------	-----------------	------------------------	---

DESCRIPCION DEL PROCESO: EMPAQUE DE LA MOTO BOMBA PA-WB20-0001

No. OP.	ITEM	PARTE	DESCRIPCION DE LA OPERACION	PARTE	CANT.	No. PARTE	NOMBRE
520	□→		-Acercar las Moto Bombas al Área de Empaque.				
530	○		- Adherir Etiquetas de precaución a la Moto Bomba.				
540	○		- Adherir la Etiquetas de Identificación de la Moto Bomba.				
550	○		- Tomar y engrapar la parte inferior de la caja de cartón.				
560	○		- Posicionar una Bolsa de hule en el interior de la caja.				
570	○		- Tomar la Moto Bomba y colocarla en el interior de la caja.				
580	○		- Tomar los accesorios (Pichancha, Abrazaderas, etc.) de la Moto Bomba y colocarla en el interior de la caja.				
590	○		- Flejar la caja con la Moto Bomba, colocando 4 circunferencias sobre la orilla de la caja y en cruz.				
600	○		- Adherir las etiquetas de identificación sobre la caja.				
610	○		- Colocar las Moto Bombas sobre una tarima.				
				CANT.	No. HTA.	DESCRIPCION	No. OP.
				FECHA:		REVISION:	

ELABORO: DELFINO MONJARAS ARELLANO	REVISO: ERIK DANIEL MENDOZA	FEHA DE ELABORACION: 07/02/17	FECHA DE IMPRESION: 07/03/2017	PAGINA NO. 1
---------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------

GLOSARIO DE CONCEPTOS

Propiedades de los Fluidos

La Mecánica de Fluidos y la Hidráulica constituyen la rama de la mecánica aplicada que estudia el comportamiento de los fluidos ya sea en reposo o movimiento y en el análisis de cualquier problema de flujo de fluidos se requiere de un conocimiento previo de sus propiedades más importantes.

Densidad

Es la relación masa (m) de sustancia por unidad de volumen (V). La densidad (ρ) se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \dots(7.a)$$

La densidad del agua es 1 gr./cm³, esto quiere decir que 1 litro de agua equivale igualmente a un 1 kilogramo de agua.

Viscosidad

Es una propiedad física que se puede definir como el frotamiento interno de las moléculas de un fluido, cuando se deslizan unas con respecto a otras. La viscosidad refleja la resistencia al movimiento del fluido y tiene un papel análogo al del rozamiento en el movimiento de los sólidos. La viscosidad siempre está presente, tanto en fluidos compresibles o incompresibles, sin embargo no siempre es necesaria tenerla en cuenta. Cuanto mayor es este movimiento relativo, tanto mayor es la resistencia interna que ofrece el fluido.

Viscosidad absoluta o dinámica

La relación entre el esfuerzo cortante (τ) y el gradiente de velocidad (dV/dy) da como resultado la viscosidad absoluta o dinámica (μ) y se le define como la resistencia que presentan los fluidos en movimiento a que unas capas de los mismos se deslicen sobre otras, cuando están animadas a velocidad definida y está relacionada por la siguiente ecuación:

$$\mu = \frac{\tau}{dV/dy} \quad \dots(7.b)$$

Viscosidad cinemática

En Hidrodinámica intervienen junto con las fuerzas debidas a la viscosidad dinámica las fuerzas de inercia, que dependen de la densidad. Por eso tiene un significado importante la viscosidad dinámica referida a la densidad. La relación de la viscosidad dinámica (μ) a la densidad (ρ) se le denomina viscosidad cinemática (ν) que puede ser calculada mediante la siguiente ecuación:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad \dots(7.c)$$

Conceptos Básicos de Hidráulica

Caudal

Se entiende por caudal al volumen del líquido que atraviesa por una sección transversal cualquiera de una conducción en la unidad de tiempo. Se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{V}{t} \quad \dots(7.d)$$

Q= Caudal (G.P.M.)

V= Volumen del líquido

t= Tiempo

Altura o Carga Estática

Representa la resistencia del sistema antes de que el fluido entre en movimiento. Por lo tanto, la carga estática total de un sistema, es la diferencia de elevación entre los niveles del líquido, en los puntos de descarga y de succión de la bomba (Imagen 7.1).

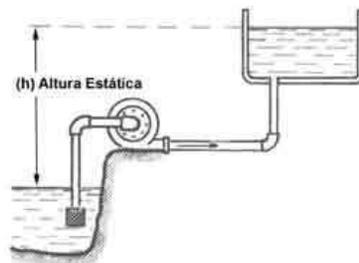


Imagen 7.1 Carga Estática

Carga estática de succión

Es la diferencia de elevación entre el nivel del líquido de succión y la línea de centros de la bomba. Si la carga estática de succión tiene valor negativo, es porque el nivel del líquido para succión está por debajo de la línea de centros de la bomba, denominándose altura estática de aspiración (Imagen 7.2).

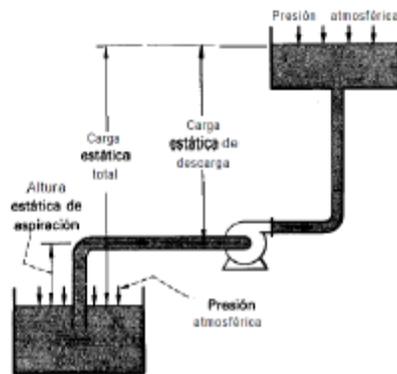


Imagen 7.2 Carga estática de aspiración

Si la carga estática de succión tiene valor positivo es porque el nivel del líquido de succión está por encima de la línea de centros de la bomba (Imagen 7.3).

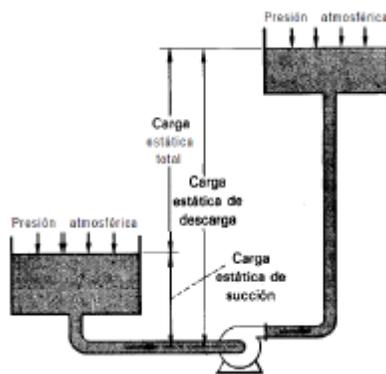


Imagen 7.3 Carga estática de succión

Carga estática de descarga

Es la diferencia de elevación entre el nivel del líquido de descarga y la línea de centros de la bomba.

Altura dinámica

Representa la resistencia del sistema mientras el fluido bombeado está en movimiento.

Motor de Combustión Interna

Así como el uso de la nomenclatura existente en los motores, existe también una terminología usada universalmente que permite hacer referencia a ciertas dimensiones y valores esenciales en su estudio y manejo.

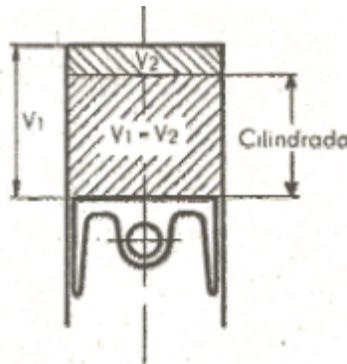


Figura 3.3 Volúmenes en cilindro [Giacosa, 1979]

Imagen 7.4

 Volúmenes en cilindro

Punto Muerto Superior (P.M.S.).- Posición del pistón más próxima a la culata.

Punto Muerto Inferior (P.M.I.).- Posición del pistón más alejada de la culata.

Diámetro.- Diámetro interno del cilindro, expresado generalmente en milímetros (mm).

Carrera.- Comprende la distancia entre el P.M.S. y el P.M.I., es igual, salvo raras excepciones, al doble del radio de la manivela del eje de cigüeñales. Se expresa generalmente en mm.

Volumen total del Cilindro (V1).- Es el espacio comprendido entre la culata y el pistón cuando éste se halla en el P.M.I. Por lo general se expresa en cm³.

Volumen de la Cámara de Combustión (V2).- Está comprendido entre la culata y el pistón cuando éste se halla en el P.M.S. Por lo general se expresa en cm³.

Volumen desalojado por el pistón o cilindrada (V1 - V2).- Es el generado por el pistón en su movimiento alternativo desde el P.M.S. hasta el P.M.I. Por lo general se expresa en cm³.

Relación volumétrica de compresión.- Se entiende por tal la que hay entre el volumen total del cilindro V1 y el volumen de la cámara de combustión V2.

Principales componentes de un motor de combustión interna

Pistón

Un pistón se divide en la cabeza, la zona de arcos, el vástago y los cubos del perno. La cabeza del pistón es la superficie que está en contacto con la mezcla, la cual puede ser abombada hacia fuera o hacia dentro o planas. La zona de arcos es el área comprendida entre la cabeza y el vástago que consta de varias hendiduras a lo largo del radio del pistón que tienen la función de evitar que los gases escapen del cárter y provoquen pérdida de potencia y deterioro del aceite. Por otro lado, dependiendo de la geometría sirven para escurrir el aceite sobrante y lo devuelven al cárter. Así también evitan el paso de aceite a la cámara de combustión. El vástago del pistón es el área que sirve para guiar el pistón en el cilindro, en donde se transmiten los movimientos laterales que se producen con el movimiento de la biela. Por último los cubos del perno son los que reciben el esfuerzo del pistón al perno, que es la unión entre el pistón y la biela.

Las funciones del pistón son básicamente tres:

- Cerrar y obturar la cámara de combustión interna con respecto al cárter o caja de cigüeñal.
- Recibir las fuerzas causadas en la combustión a través de la biela y transmitirla al cigüeñal como fuerza de torsión.

- Transmitir el calor producido por los gases de combustión hacia las paredes del cilindro para que sean refrigeradas por el lubricante.

Durante el movimiento del pistón en el cilindro ocurren dos tipos de fuerzas en éste, una paralela al movimiento del pistón y otra lateral, la cual causa que el pistón choque contra las paredes del cilindro. Esto da origen a un movimiento zigzagueante del pistón y que da origen a ruido. Con el propósito de aminorar esto se disminuye el juego y se aumenta la longitud del vástago.

Durante la explosión de la mezcla se crean temperaturas muy altas en el cilindro, lo que causa la dilatación de los materiales. Esto puede ser disminuido teniendo una adecuada geometría del pistón para compensar la dilatación térmica en los distintos sitios del pistón. Así también la conductividad térmica debe ser tan buena como sea posible con el objeto de que el calor sea eliminado rápidamente.

Biela

La biela está constituida principalmente por:

- El ojo de la biela que recibe el perno del pistón.
- El vástago de la biela que une el pie de la biela con la cabeza.
- El pie de la biela que envuelve al cojinete.
- El apoyo o cojinete que sujeta al cigüeñal.



Figura 3.5 Componentes de la biela [Gerschler, 1985]

Imagen 7.5 Componentes de la biela

Debido al efecto realizado por el pistón de transmitir trabajo, lo que produce inercia y peso, que debe ser parado e impulsado muchas veces, ocurren grandes esfuerzos en las bielas que comienzan a hacer ruido debido al juego excesivo entre el cojinete de la biela y el muñón del cigüeñal. Esto se conoce como golpeteo y se causa principalmente por el desgaste o deterioro del cojinete.

Cigüeñal

El cigüeñal tiene como misión transformar la fuerza del pistón en un par de fuerzas, creando un momento de giro. Su forma depende de la constitución del motor, como es el número de cilindros el número de apoyos, la longitud de la carrera, de la disposición de los cilindros y el orden de encendido.

Debido a que el pistón y biela deben ser acelerados y desacelerados continuamente por el cigüeñal, en este aparecen grandes fuerzas de inercia, más fuerzas centrífugas debido a su oscilación. Ante las fuerzas presentes el cigüeñal es solicitado a presión y a flexión. Además en los apoyos se presenta mucho desgaste.

En el cigüeñal debido a los impulsos provocados por los pistones se presentan diferentes vibraciones determinadas por el número de revoluciones. Estas oscilaciones pueden provocar la rotura del cigüeñal y el aumento en el ruido del motor.

Multi cilindros

En cuanto a motores con arreglos multi cilindros o de un cilindro, surgen las siguientes limitaciones y diferencias.

- Entre más corta sea la cilindrada, la velocidad en el cigüeñal aumenta para una velocidad dada en el cilindro.
- Entre más pequeño sea el cilindro tendrá un efecto en el peso del pistón, lo que limitará las fuerzas de inercia, que proporcionarían mayores velocidades.
- Una máquina de un solo cilindro teniendo la misma área transversal que la suma de varios cilindros, producirá más torque que la máquina multi cilindros.
- Un cilindro más pequeño tendrá un mejor aspecto radio-volumen, es por eso que mayores radios de compresión son posibles debido a que se puede enfriar más rápido el cilindro, con la subsiguiente ventaja de mejorar la eficiencia termal.

GLOSARIO DE CONCEPTOS

- La mejora en la respuesta de la aceleración sube bajo un volumen dado de varios cilindros, debido a que el peso de componentes recíprocos es más bajo y a que se puede utilizar un volante más pequeño.
- Entre mayor sea el número de cilindros y el largo de la máquina aumente, mayor serán las vibraciones torsionales.
- Entre mayor sea el número de cilindros, entonces se volverá más complicada la distribución de la mezcla.
- Si el número de cilindros crece entonces se empiezan a duplicar los componentes.
- Cuando el número de cilindros crece la frecuencia producida por los impulsos de la potencia crece también, es por eso que la potencia es más constante.