

IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO EN EL MANTENIMIENTO DE
BOMBAS CENTRIFUGAS DE AGUA POTABLE PARA LA EMPRESA
ELECTROMOFASE S.A.S

CODIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO:
VICTOR MANUEL CARRILLO ALVAREZ

TUTOR DE TRABAJO DE GRADO:
WILLIAMS STEVE HINCAPIE CAMPOS

ELABORADO POR:

WILSON ALEXANDER CÁRDENAS HERNÁNDEZ
SERGIO ALEXANDER MORALES RUBIANO

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES.
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS.
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

NOVIEMBRE 2019

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a Dios a mis padres que con gran esfuerzo lograron brindar una ayuda muy importante para que este sueño sea posible, a mi hermano quien es pieza clave y consejero número uno, a mi novia y compañera de vida quien se ha convertido en el motor y mano derecha de todos los esfuerzos que hago día a día por salir adelante, a los abuelos de quienes me siento muy orgullo y feliz de compartir este gran logro tan importante en mi vida y en la de ellos, a toda mi familia quienes me inculcaron los valores y fortaleza para lograr cada cosa que me he propuesto en la vida, a todos los profesores por compartir su conocimiento, a nuestro tutor Williams Hincapié por su dedicación para que esto fuera posible todos y cada uno de ellos hizo un papel importante para que este proceso fuese posible.

Sergio Alexander Morales Rubiano

Este trabajo va dedicado a Dios a mi Madre, mi Esposa, mi hermana y Abuela, los cuales en momentos de extrema oscuridad siempre me dieron su luz para continuar, a nuestro tutor Williams Hincapié por contribuir a la construcción de esta meta.

Wilson Alexander Cárdenas Hernández

Agradecimientos

Es grato realizar un reconocimiento a cada una de las personas que han compartido este proceso académico y por ello consideramos que la gratitud es necesaria a Dios que nos llenó de vida cada día de nuestro proceso de formación, a la ciencia que es lenguaje universal y es herramienta de gozo de los hombres y como no agradecer a nuestras familias, amigos y colegas por hacer posible un sueño que poco a poco se convirtió en una meta y satisfacción personal.

El presente estudio, pretende conocer las principales falencias que se hayan ocasionado en la instalación de bombas centrífugas en un conjunto residencial, en adición determinar si los equipos de bombeo cuentan con un adecuado mantenimiento preventivo. Este análisis se llevará a cabo mediante la ejecución de una encuesta, comprendida en cuatro secciones descritas de la siguiente manera: Información general: Datos técnicos, Control de mantenimientos y costos de servicios de mantenimientos preventivos y correctivos. Con el análisis de dicha encuesta, logramos determinar las falencias que cada sistema de bombeo presenta para poder aplicar los servicios técnicos que suministra la empresa ELECTROMOFASE SAS y de la misma manera proporcionando a los clientes actuales y futuros una atención con estándares de calidad.

Tabla de Contenidos

v

Capítulo 1 Introducción e información general	1
Capítulo 2 Justificación	3
Capítulo 3 Marco Teórico.....	6
Capítulo 4 Marco Metodológico.....	40
Capítulo 5 Resultados	43
Capítulo 6 Discusión.....	54
Capítulo 7 Conclusiones y Recomendaciones	¡Error! Marcador no definido.

Lista de tablas

Tabla 1. Descripción elasticidad del material.35

¡Error! Marcador no definido.

Tabla No 2 Posibles problemas y soluciones68

Lista de figuras

Mapa No 1 Distribución de tipos de turbo maquinas, en especifico tipos de bombas.....	7
Imagen No 1 Partes de construcción de una bomba centrifuga	9
Imagen No 2 Carcaza tipo voluta	10
Imagen No 3 impulsor de aspas curvas radiales.....	11
Imagen No 4 Sellos mecánicos.	12
Imagen No 5 Tipos de rodamientos.....	12
Imagen No 6 Cavidad de engrase y alojamiento de los rodamientos.....	13
Imagen No 7 Tipos de materiales utilizados en la construcción de bombas centrifugas.....	17
Imagen No 8 succión lateral con descarga en la parte superior	17
Imagen No 9 Instalación adecuada de una bomba centrifuga con un tipo de succión negativa.....	20
Imagen No 10 Instalación inadecuada de una bomba centrifuga con un tipo de succión negativa.....	23
Imagen No 11 Instalación adecuada de una bomba centrifuga con un tipo de succión positiva.....	24
Imagen No 12 Instalación adecuada de una bomba centrifuga con un tipo de succión positiva.....	27
Imagen No 13 Formación de la presión de vapor en el agua.....	30

Imagen No 13 Distribución de la presión en el rodete de una bomba centrífuga con un inductor.....	32
Imagen No 14 Proceso de crecimiento y colapso de las burbujas.	33
Imagen No 15 Descripción matemática del golpe de ariete.....	36
Imagen No 16 Fases del golpe de ariete.	37
Imagen No 17 Descripción matemática de la celeridad.	38
Imagen No 18 Curva de trabajo bomba Barnes	62
Imagen No 19 Instalación de bombas de marca Barnes edificación Coquivacoa.....	63
Imagen No 20 Instalación de bombas de marca IHM Edificio viña del mar.....	64
Imagen No 21 Curva de trabajo bomba centrífuga IHM 63991000A2.....	65
Imagen No 22 Instalación de bombas de marca IHM Conjunto residencial san Cayetano.....	66
Imagen No 23 Instalación de bombas de Pedrollo CPM 650, Conjunto residencial Prado pinzón.....	70
Imagen No 24 Instalación de bombas de marca Pedrollo CPM 650, Conjunto residencial Prado pinzón.	71

Lista de Graficas según encuesta

Gráfica 1. Barrio	48
Gráfica No.2 Tiempo de instalación de las bombas.....	49
Gráfica No.3. Pisos de la Edificación.....	49
Gráfica No. 4. Cantidad de Equipos.....	50
Gráfica No. 5. Años de uso.....	51
Gráfica No.6. Marca de Bomba.....	51
Gráfica No.7. Presión de trabajo de la bomba/s.....	52
Gráfica No.8. RPM de trabajo de los equipos de bombeo.....	52
Gráfica No. 9. Mantenimientos preventivos.....	53
Gráfica No.10. Mantenimientos Correctivos.....	54
Gráfica No.11. Fallos por paro de emergencia.....	55
Gráfica No.12. Plan de mantenimiento definido.....	55
Gráfica No.13. Asesoramiento en equipos de bombeo.....	56
Gráfica No.14. Plan de contingencia.....	56
Gráfica No. 15 modo de falla de equipos de bombeo.....	57
Gráfica No. 16 inversión en mantenimiento preventivo.....	58
Gráfica No. 17 inversión en mantenimiento correctivo.....	58

Introducción e información general

En la actualidad es necesario el adecuado control y manejo de los mantenimientos a las turbobombas de los conjuntos residenciales; es de total importancia, la aplicación de teorías de mantenimiento de vanguardia que lleven una óptima observación de gastos, que permitan el uso continuo de equipos de bombeo. Esto con el fin de obtener el mejor provecho de los sistemas electromecánicos utilizados para el transporte de fluidos.

La necesidad actual del mercado ha forzado a los administradores de los conjuntos residenciales a adquirir mejores tecnologías y a su vez personal capacitado para la manutención de sus equipos bombeo, sin embargo, no se han considerado los factores que indirectamente pueden afectar la funcionalidad de una bomba hidráulica, como lo son; una instalación incorrecta, un diseño inapropiado del sistema, una selección inadecuada del equipo, la cual puede estar sobredimensionada o muy corta para la capacidad de bombeo, afectando al usuario final.

Cuando la administración no conoce de estos factores y no tiene un adecuado soporte puede incurrir en gastos adicionales como, por ejemplo; gastos de consumo de energía elevados, mantenimientos correctivos en sus equipos de bombeo de manera recurrente, y a su vez fallas en accesorios como, válvulas, tuberías, daños eléctricos por sobrecargas en el motor, o simplemente una alimentación eléctrica deficiente del motor que proporciona de potencia mecánica a la turbobomba.

Teniendo en cuenta, lo relacionado en los párrafos anteriores, es necesario poner a disposición de los administradores un manual básico para llevar el control y una hoja de vida adecuada, con el objetivo principal de evitar al máximo la falla súbita de los equipos por nefastos acontecimientos durante la operación o mantenimientos elaborados por personal con una mínima capacidad técnica y teórica de conocimiento de las turbo maquinas, de esta manera estudiaremos cada una de las falencias en la instalación, puesta a punto y operación continua de los equipos de bombeo con la finalidad de proporcionar un soporte adecuado a los administradores de los conjuntos residenciales.

Justificación

Todas las propiedades horizontales cuentan con un sistema de bombeo de agua potable para todos los servicios generales de agua que cada apartamento y áreas comunes necesiten, y poder asegurar así una presión constante y adecuada para el funcionamiento de sus equipos hidráulicos. Normalmente en estas construcciones no se presta un adecuado mantenimiento a los sistemas de bombeo de agua potable y/o este está a cargo de personal administrativo el cual no está preparado y/o informado y/o capacitado, para poder llevar un control de estos equipos. Cuando el sistema de bombeo presenta alguna anomalía esto conlleva a fallas o arreglos correctivos, llegando por el afán de solucionar el problema a manos de personas que solo brindan una solución temporal, es por esto que se busca mediante un estudio de mercado conocer a fondo la problemática que tiene cada una de las propiedades horizontales en Bogotá con el sistema de bombeo de agua potable, fallas, mantenimientos correctivos, mantenimientos preventivos, costos en fallas, costos en mantenimientos preventivos, equipos más comunes, fichas técnicas y el estado actual en el que el sistema se encuentra, todo esto para brindar un servicio de confiabilidad en el mantenimiento de los equipos de bombeo.

Planteamiento del Problema

Debido a que algunos administradores de los conjuntos residenciales no cuentan con un plan de mantenimiento adecuado, soporte técnico, y un control específico de las intervenciones en las turbomáquinas que han tenido en su control y operación, se genera una problemática en cuanto al funcionamiento y control de los equipos de bombeo, ocasionando gastos innecesarios y reparaciones que se pueden prevenir o controlar por medio un manual básico del control de sus equipos de bombeo.

Implementar un plan de mejoramiento en el mantenimiento de bombas centrifugas para agua potable de diferentes conjuntos residenciales, y así establecer si están en un rango óptimo de operación.

Objetivos específicos

Implementar una encuesta virtual a los administradores de los conjuntos, con el fin de identificar el manejo de mantenimiento en las turbomáquinas de agua potable.

Identificar el modo de falla más frecuente presentado en las turbomáquinas por falta o deficiencia en un plan de mantenimiento.

Establecer los costos generados en un mantenimiento de tipo correctivo y preventivo asociado a un modo de falla.

Diseñar un plan de mantenimiento basado en confiabilidad de los equipos puestos en operación, para prevenir los modos de fallo más frecuentes, identificados previamente.

Proponer un formato de mantenimientos a los administradores para que puedan llevar un control técnico y de tiempos respecto a los mantenimientos y garantías que se tienen que cumplir.

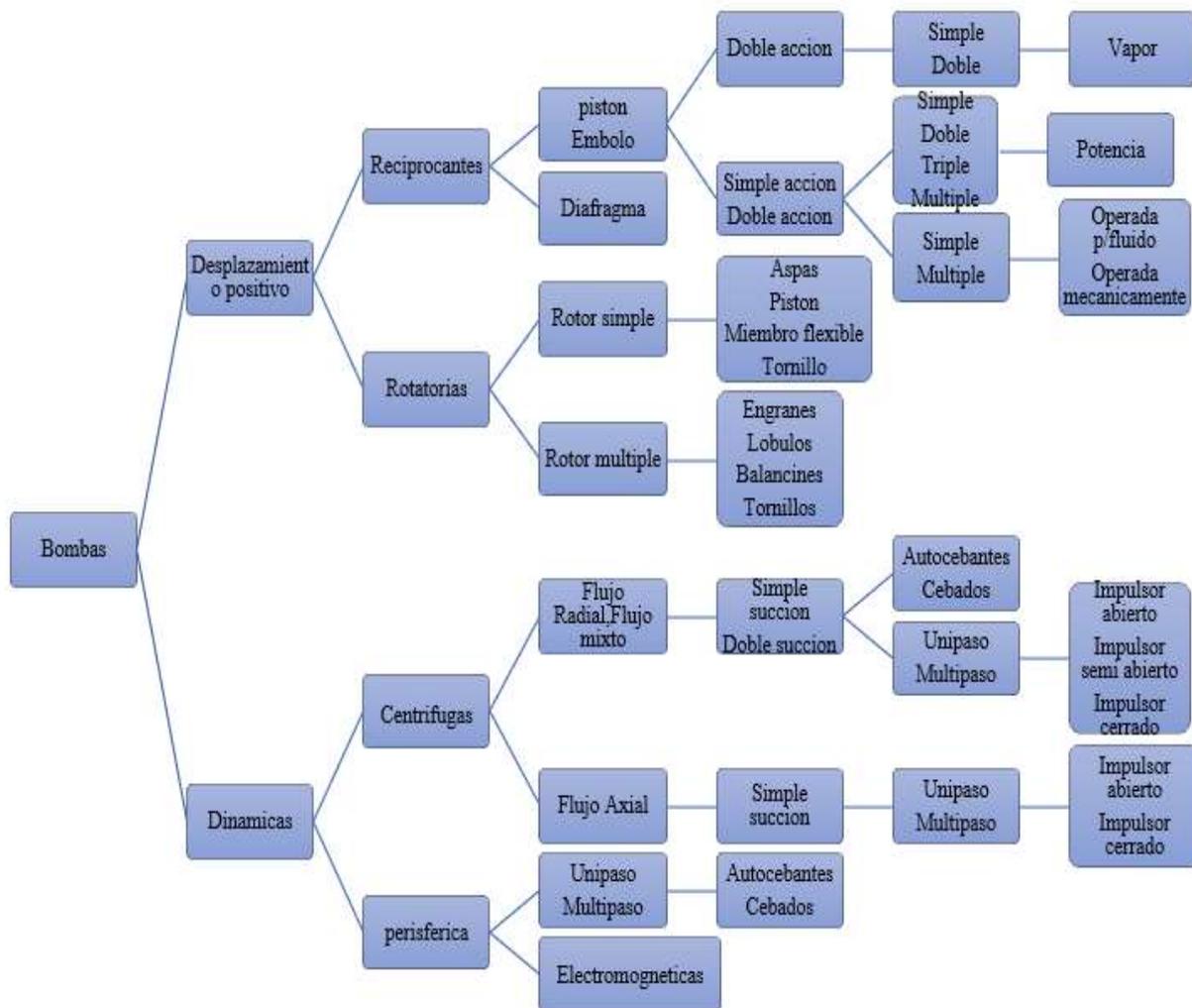
Aplicar las acciones de mejora de los procesos de mantenimiento de las bombas centrifugas e implementarlos en la línea de desarrollo de la empresa ELECTROMOFASE SAS.

Capítulo 3

Marco Teórico

A continuación se realizará la descripción del tipo de turbo máquina que se estudiará en este proyecto, para implementar la formación de la división y distribución de bombas centrífugas en la empresa ELECTROMOFASE SAS, la cual se encuentra constituida siendo este el punto de partida para el desarrollo de una nueva línea comercial de suministro de equipos de bombeo y servicio técnico especializado, por lo cual se definirá el tipo de bomba, sus principales componentes y los modos de falla más comunes durante la operación de estos equipos.

Según Zubicaray (2005). Vemos que es necesaria la definición teórica de una turbo máquina. Para ello podemos decir que una turbomáquinas es un conjunto de elementos mecánicos que transforma la energía de un fluido en energía mecánica de rotación, en la parte inferior se encontrará una descripción del tipo de turbomáquinas a analizar.



Mapa No 1 Distribución de tipos de turbo maquinas, es específico tipos de bombas.

Imagen extraída Según Zubicaray (2005).

En base a lo observado anteriormente en el mapa conceptual, que describe de manera gráfica la composición de la familia de las bombas hidráulicas debemos definir:

¿Qué es una bomba hidráulica?

8

Acorde con la teoría de MV Zubicaray (2005) en su libro. Una bomba hidráulica es un conjunto de componentes mecánicos, que se integran para transformar la energía mecánica entregada de un motor eléctrico o de combustión interna y de esta manera producir el movimiento de un fluido aumentándolo de velocidad, posición o presión. En base a esta definición es de vital importancia definir los tipos de bombas encontradas en la industria.

Tipos de bombas:

Los tipos de bombas, más comunes se dividen en dos grandes familias, la primera las de desplazamiento positivo, la segunda las de tipo dinámico, en esta segunda familia enfocaremos nuestro estudio. Acorde con la teoría encontrada y analizada en la teoría de M.V. Zubicaray (2005).

Las bombas de distribución comúnmente instaladas en los conjuntos residenciales son las de tipo centrifugas, de las cuales se desprenden las siguientes ramificaciones: periféricas, especiales y centrifugas.

Del grupo de equipos de bombeo centrifugas, encontramos las de tipo de funcionamiento de flujo radial, mixto y axial. De la subdivisión de tipo radial encontramos las de succión simple, autocebantes y cebadas por medios externos. Para nuestro caso específico, podemos determinar que nuestra turbo maquina tiene la siguiente ramificación:

- Bomba de tipo dinámico, subgrupo de centrifugas de tipo radial de succión simple y cebadas por medios externos, con un tipo de impulsor cerrado.

Partes de una bomba centrífuga

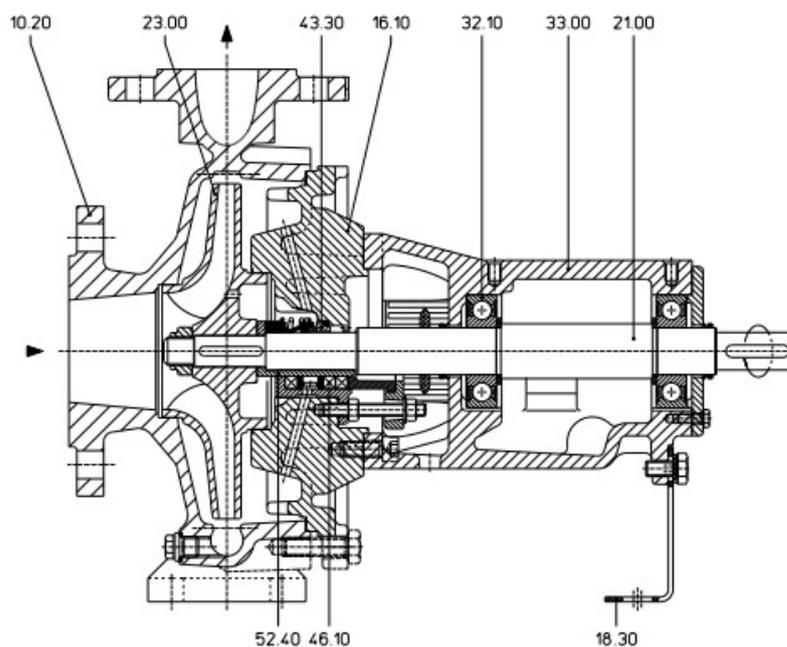


Imagen No 1 Partes de construcción de una bomba centrífuga Imagen extraída según Sterling Fluid Systems Spain, S.A. (2016)

- 10.20 Carcasa de Voluta
- 23.00 Impulsor
- 43.30 Sello Mecánico
- 16.10 Cubierta de la carcasa
- 32.10 Rodamiento de bolas

- 46.10 Caja de desechos
- 18.30 Pie de apoyo
- 33.00 Soporte de cojinete
- 52.40 Camisa del eje (caja de relleno)
- 21.00 eje.

Descripción de componentes mecánicos de una bomba centrífuga:

10.20 Carcasa de Voluta: La función de este componente mecánico es de proporcionar al fluido impulsado por el impeler el aumento gradual de la presión a partir de una disminución del área.

La carcasa tipo voluta, tiene como característica principal que su área se incrementa gradualmente, rodeando al impulsor, hasta llegar al punto de descarga o garganta de descarga.

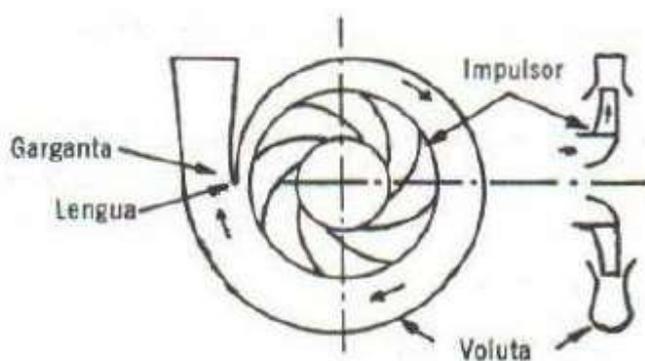


Imagen No 2 Carcaza tipo voluta Imagen extraída según Zubicaray (2005)

23.00 Impulsor: Mecanismo que permite el aumento de velocidad del fluido a transportar, esto lo logra a partir de la distribución geométrica de los alabes y la potencia mecánica dada por el eje de impulsión. Dicho componente es el corazón de la bomba, para nuestro estudio de turbo bombas el impulsor comúnmente empleado es el de aspas curvas radiales, ya que en el agua potable que llega a los tanques de alimentación de la bomba no hay sólidos, ni lodos que estanquen la rotación del equipo. Por lo tanto, se utilizan impulsores cerrados con el fin de aumentar la velocidad del fluido a transportar.

11



Imagen No 3 impulsor de aspas curvas radiales. Imagen extraída según Zubicaray (2005)

43.30 Sello Mecánico: Permite la hermeticidad entre la carcasa y el cuerpo posterior de sujeción del eje, este componente impide las fugas de líquido entre el eje de rotación y la carcasa fija.

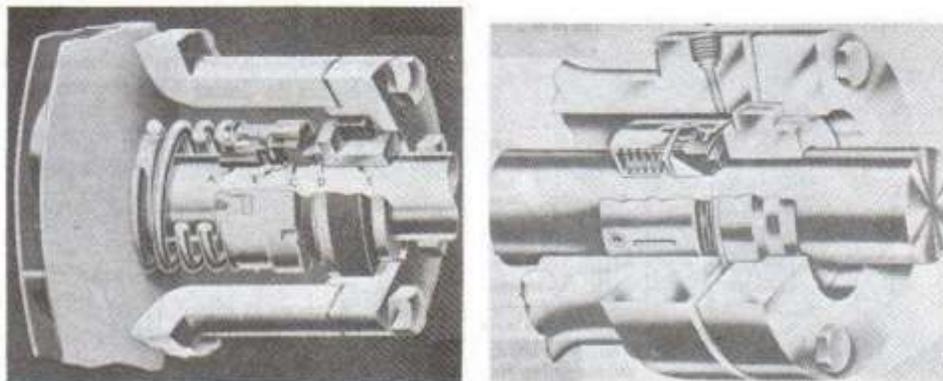


Imagen No 4 Sellos mecánicos. Imagen extraída según Zubicaray (2005)

16.10 Cubierta de la carcasa: tapa posterior de la carcasa, permite la unión entre la voluta y el cuerpo de sujeción del eje de rotación.

32.10 Rodamiento de bolas: permite la rotación del eje soportando cargas de tipo radial y axial, resiste al eje en dos puntos.

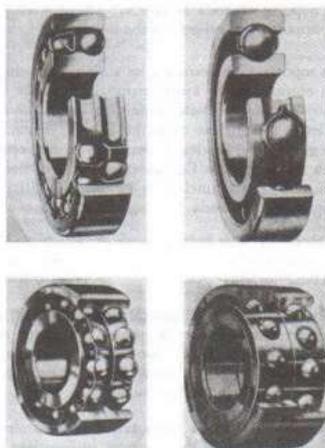


Imagen No 5 Tipos de rodamientos. Imagen extraída según Zubicaray (2005)

46.10 Caja de desechos: Cavity en donde se aloja la grasa degradada, suministrada a¹³ los rodamientos.

33.00 Soporte de cojinete: Base de fijación de los rodamientos rígidos de bola, permite el alojamiento de los rodamientos en mención.

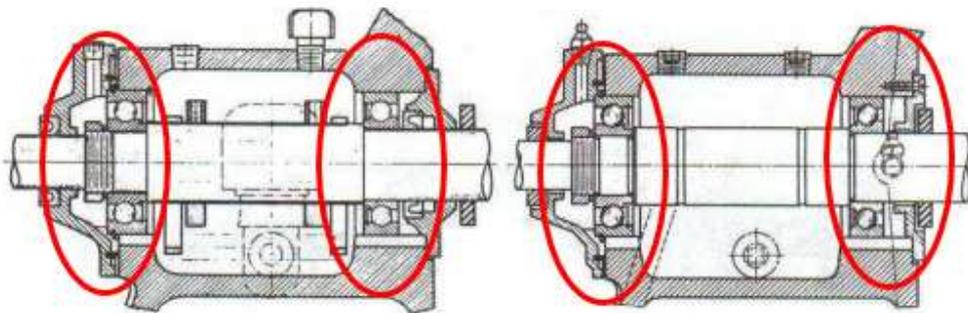


Imagen No 6 Cavity de engrase y alojamiento de los rodamientos. Imagen extraída según Zubicaray (2005)

18.30 Pie de apoyo: Soporta el cuerpo posterior, y alinea el eje para conexión con el motor eléctrico de transmisión de potencia.

52.40 Camisa del eje (caja de relleno): cubre al eje de cualquier elemento extraño durante la transmisión de potencia mecánica del motor eléctrico.

21.00 Eje: permite la transmisión de potencia mecánica al impulsor, y de esta manera generar el movimiento del fluido.

- **Tamaño:** Por lo general, el tamaño de una bomba centrífuga es dado por el tamaño interior de la brida de conexión a la bocatoma de succión, el diámetro del impulsor y la velocidad de rotación del impulsor determinará la altura en metros columna de agua (mca) para el trabajo adecuado de la bomba. Acorde con la teoría encontrada y analizada en la teoría de M.V. Zubicaray (2005).

- **Sentido de rotación del impulsor:** Existen dos sentidos de giro para el impulsor de una bomba centrífuga, es decir en sentido de las manecillas del reloj y en contra de las manecillas del reloj. Lo más común en la industria es el sentido de rotación en sentido de las manecillas del reloj. Acorde con la teoría encontrada y analizada en la teoría de M.V. Zubicaray (2005).

Por lo general, el sentido de giro de una bomba centrífuga se observa en una bomba de construcción horizontal, observándola de frente a las manecillas del Reloj.

- **Tipo de material de construcción:** Según la teoría encontrada y analizada en la teoría de M.V. Zubicaray (2005). El material de selección de una bomba centrífuga se diseña acorde al tipo de fluido a transportar, por lo general hay unos fluidos con componentes químicos, muy corrosivos, alcalinos o ácidos.

Por lo anterior se deben tener en cuenta los siguientes criterios de selección de 15 los materiales de construcción: las propiedades mecánicas, la resistencia a la corrosión del material, acción electroquímica, abrasión de sólidos en suspensión, temperaturas de bombeo, carga de operación y vida neta esperada para el líquido que va a ser transportado, estas determinan de manera adecuada la selección de la bomba.

Según la teoría encontrada y analizada de M.V. Zubicaray (2005). Los materiales más utilizados en la industria para la construcción de bombas son:

1. Bomba de tipo estándar: (Hierro y bronce).
2. Bomba tipo de Hierro.
3. Bomba de tipo de bronce.
4. Bomba de acero con partes de hierro o acero inoxidable.
5. Bombas de acero inoxidable.

Para nuestro caso específico, se utilizan componentes para el transporte de agua potable, descritos a continuación Acorde con la teoría encontrada y analizada en la teoría de M.V. Zubicaray (2005):

- Voluta en Hierro.
- Impulsor en Bronce.
- Chumaceras en Bronce.
- Tuberías en acero.
- Cabezal de descarga acero o hierro.

Parte	Bomba estándar	Bomba toda de hierro	Bomba toda de bronce	Bomba de acero	Bomba de acero inoxidable
Carcaza	Fierro	Fierro	Bronce	Acero	Acero inoxidable
Cabeza de succión	Fierro	Fierro	Bronce	Acero	Acero inoxidable
Impulsor	Bronce	Fierro	Bronce	Fierro, acero o acero inoxidable	Acero inoxidable
Anillos de desgaste	Bronce	Fierro	Bronce	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Difusores	Fierro	Fierro	Bronce	Acero	Acero inoxidable
Flecha	Acero	Acero	Acero	Acero con alto contenido de carbono	Acero inoxidable
Cámara de flecha	Latón	Acero o acero inoxidable	Latón	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Prensaestopas y partes pequeñas	Bronce	Fierro	Bronce	Acero o acero inoxidable	Acero inoxidable
Soporte de baleros	Fierro	Fierro	Fierro	Fierro	Fierro

Imagen No 7 Tipos de materiales utilizados en la construcción de bombas centrifugas. Imagen extraída según Zubicaray (2005)

Tipos de succión de la bomba centrifuga:

La succión de una bomba centrifuga se puede encontrar en un equipo centrífugo de la siguiente manera; Simple succión, doble succión, succión negativa, succión positiva, succión a presión. Para nuestro caso de estudio tenemos bombas de succión simple o succión negativa.

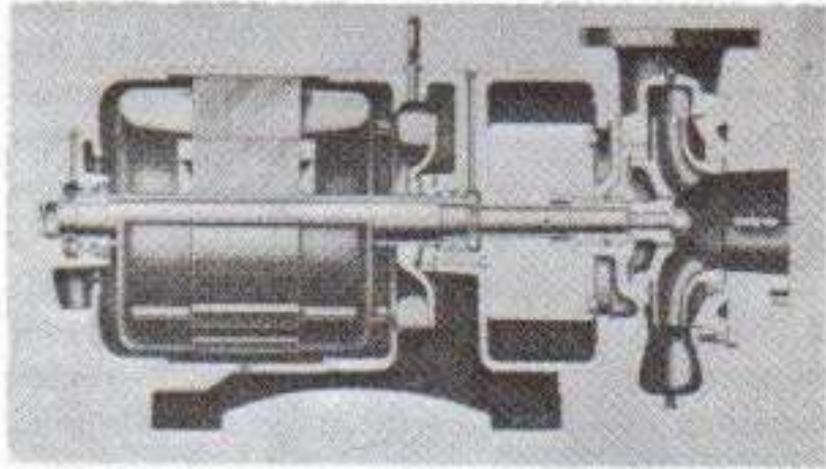


Imagen No 8 succión lateral con descarga en la parte superior. Imagen extraída según Zubicaray (2005)

Tipos de dirección de flujo:

Las bombas pueden tener una dirección de flujo definida, como son las bombas de flujo radial, bombas de flujo mixto, bombas de flujo axial.

Las bombas de tipo de flujo mixto; son aquellas que reciben en la succión con movimiento axial, y a partir de la rotación radial del impulsor cambiar el sentido del movimiento del fluido a un movimiento radial.

El impulsor, es el componente más destacado de la bomba hidráulica centrífuga, esto debido a que es el componente que cambia el sentido flujo del fluido y le transfiere la potencia mecánica para la aceleración de las partículas del fluido.

Teniendo en cuenta lo anterior los impulsores se dividen en:

- Tipo de succión: Simple succión, Doble succión.
- Forma de las aspas: Aspas de curva radial, aspas tipo

Francis, aspas para flujo mixto, aspas tipo propela.

- Dirección de flujo: Radial, Mixto, Axial.
- Construcción mecánica: Abierto, Semiabierto, Cerrado.
- Velocidad específica: Baja, Media, Alta.

Posterior a describir las partes de las turbobombas y los materiales de construcción, procedemos a mostrar la correcta instalación de las bombas centrífugas, este es el punto de partida para una correcta funcionalidad de la bomba centrífuga, en la parte inferior se observa cómo se debería instalar adecuadamente una turbobomba y los componentes mínimos de instalación, lo anterior acorde con el manual de instalación y operación bombas centrífugas eléctricas para agua de la compañía IUSA (2019):

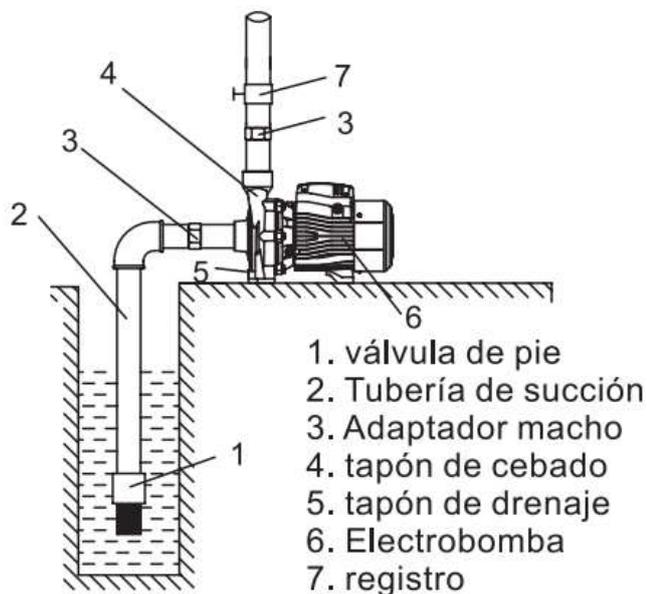


Imagen No 9 Instalación adecuada de una bomba centrífuga con un tipo de succión negativa.

Imagen extraída según el manual de instalación y operación bombas centrífugas eléctricas para agua de la compañía IUSA (2019).

Según la imagen adjunta se resaltan los componentes principales para la instalación adecuada de una bomba centrífuga, a continuación, realizamos una breve descripción de cada uno de los componentes.

1. Válvula de pie: este componente evita que la tubería de succión se quede sin líquido de succión, cuenta con un mecanismo que solo permite el movimiento del flujo hacia la bocatoma de la bomba centrífuga.

2. Tubería de succión: Es un tramo muy importante para la alimentación de fluido a la turbomáquinas; el tramo de alimentación debe ser en lo posible corto, no superior a 3 metros y con la menor cantidad de accesorios como codos o reductores de

diámetro de la tubería, en lo posible el diámetro de la tubería debe ser del mismo diámetro de la bocatoma.

20

3. El adaptador; Une a la tubería con la bocatoma de la unidad de succión de la bomba hidráulica.

4. Tapón de cebado: a pesar de ser un componente simple y de fácil construcción; este es un componente de extrema importancia, ya que permite dosificar líquido a la voluta de la bomba centrífuga y a la tubería de succión de la unidad de bombeo, evitando que la bomba cavite o genere burbujas de aire.

5. Tapo de drenado: es un elemento que se encuentra al inferior de la voluta de la turbomáquina, permitiendo que la unidad quede libre de líquido, para ejecutar el mantenimiento de la unidad o ejecutar un mantenimiento adecuado en el equipo.

6. Electrobomba o turbomáquina: la cual es nuestro componente principal de análisis, el cual realiza la función de aumentar la velocidad del fluido y transportarlo de un punto a otro.

7. Registro o válvula de salida: este componente es importante para dejar la turbomáquina en el punto de mayor eficiencia, para ello se sugiere la instalación de un manómetro a la salida de la válvula, para inspeccionar la presión de trabajo de la bomba y de esta manera determinar que la unidad de bombeo no tenga inconvenientes en su funcionamiento.

Uno de los inconvenientes más comunes durante la instalación de una bomba centrífuga es el acoplamiento excesivo de accesorios como codos o cambios en el diámetro de la tubería de succión, lo que genera una ingesta de burbujas de aire a la bomba, ocasionando de esta manera una falla por cavitación durante la operación del equipo.

En adición a la falla anteriormente descrita otro de los inconvenientes más comunes está el de bajo nivel de fluido de succión en el pozo, lo cual deja a la bomba trabajando en seco sufriendo problemas de recalentamiento de la unidad.

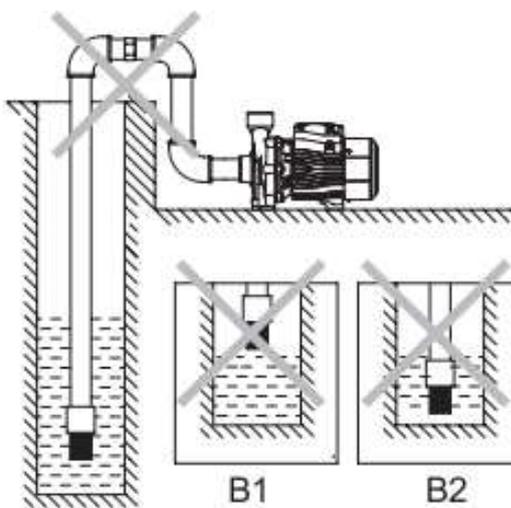


Imagen No 10 Instalación inadecuada de una bomba centrífuga con un tipo de succión negativa. Imagen extraída según el manual de instalación y operación bombas centrífugas eléctricas para agua de la compañía IUSA (2019).

Otra manera adecuada de instalación de bombas centrífugas es la que se relaciona en 22

la parte inferior en la imagen No 11, esta instalación es de tipo succión positiva, este tipo de instalación es mucho más eficiente ya que la bomba evita perdidas por los accesorios en la instalación de la tubería de succión, por lo tanto, se cuenta con mejor cabezal de succión de la bomba.

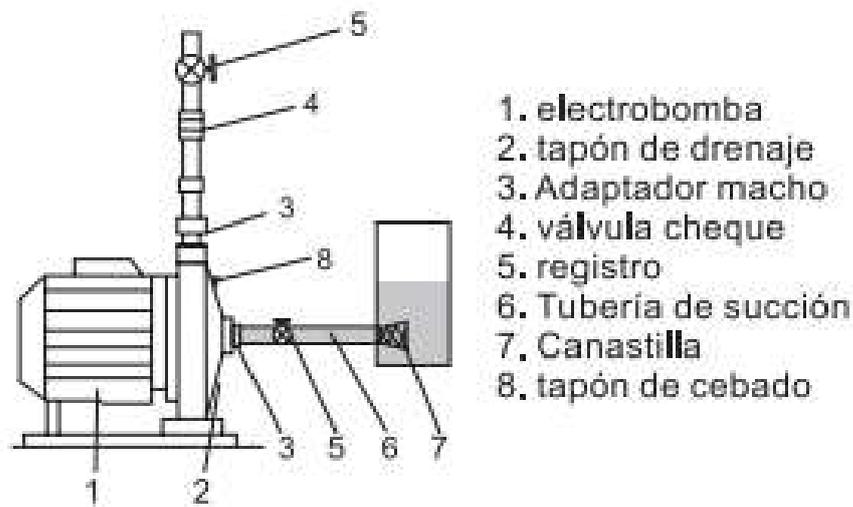


Imagen No 11 Instalación adecuada de una bomba centrífuga con un tipo de succión positiva. Imagen extraída según el manual de instalación y operación bombas centrífugas eléctricas para agua de la compañía IUSA (2019).

Según la imagen no 1 anexa, se resaltan los componentes principales para la instalación de una bomba centrífuga de succión positiva, en la parte inferior se da una breve descripción de cada uno de los componentes.

1. Electrobomba o turbomáquinas: la cual es nuestro componente principal²³ de análisis, el cual realiza la función de aumentar la velocidad del fluido y transportarlo de un punto a otro.

2. Tapo de drenado: es un elemento que se encuentra al inferior de la voluta de la turbomáquina, permitiendo que la unidad quede libre de líquido, para ejecutar el mantenimiento de la unidad o ejecutar un mantenimiento adecuado en el equipo.

3. El adaptador; Une a la tubería con la bocatoma de la unidad de succión de la bomba hidráulica.

4. Válvula Cheque: Impide el que el fluido retorne al tanque de succión, esta válvula solo permite el transporte del fluido en una sola dirección.

5. Registro o válvula de salida: este componente es importante para dejar la turbomáquina en el punto de mayor eficiencia, para ello se sugiere la instalación de un manómetro a la salida de la válvula, con el fin de inspeccionar la presión de trabajo de la bomba y de esta manera determinar que la unidad de bombeo no tenga inconvenientes en su funcionamiento.

6. Registro o válvula de entrada: este componente evita que el fluido ingrese nuevamente a la voluta de la electrobomba, por lo general esta válvula se utiliza para realizar el mantenimiento adecuado de los equipos.

7. Tubería de succión: Es un tramo muy importante para la alimentación de fluido a la turbomáquina; el tramo de alimentación debe ser en lo posible corto, no superior a 3 metros y con la menor cantidad de accesorios como codos o reductores de diámetro de la tubería, en lo posible el diámetro de la tubería debe ser del mismo diámetro de la bocatoma.

8. Canastilla: Es un componente que impide el ingreso de sedimentos a la succión de la bomba, este es un componente filtrante.

9. Tapón de cebado: a pesar de ser un componente simple y de fácil construcción; este es un componente de extrema importancia, ya que permite dosificar líquido a la voluta de la bomba centrífuga y a la tubería de succión de la unidad de bombeo, evitando que la bomba cavite o genere burbujas de aire.

En la imagen No 12 se describe la correcta instalación de la succión de la turbomáquina, los accesorios con giro pronunciados, superiores a 90° , generan pérdidas en el cabezal de succión.

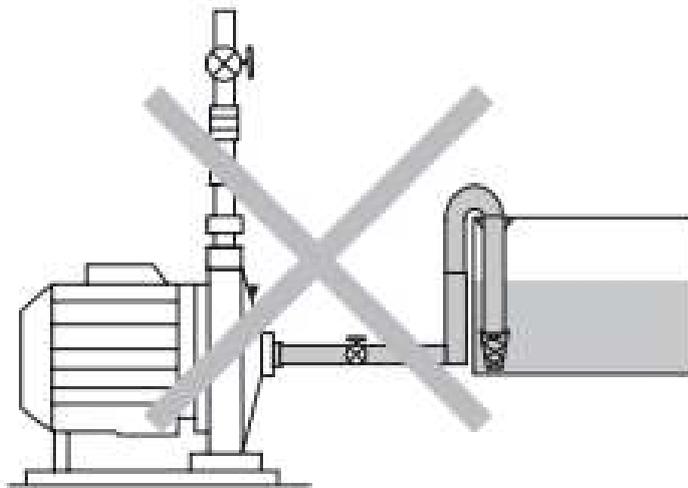


Imagen No 12 Instalación adecuada de una bomba centrífuga con un tipo de succión positiva. Imagen extraída según el manual de instalación y operación bombas centrífugas eléctricas para agua de la compañía IUSA (2019).

Anteriormente se describe la instalación mecánica adecuada para una turbomáquina de succión positiva y succión negativa, la instalación eléctrica, es fundamental en la funcionalidad de cualquier equipo de bombeo, esto porque genera protección al equipo y al personal de mantenimiento. A continuación, una descripción adecuada sobre la instalación eléctrica; según el manual de instalación y operación bombas centrífugas eléctricas para agua de la compañía IUSA (2019):

Por lo general las turbomáquinas deben poseer un dispositivo eléctrico de protección y regulación de voltaje adecuado como arrancador termo magnético; el cual la protege contra variaciones de corriente, caídas e inversiones de fase y eventuales

cortocircuitos. En la parte inferior las consideraciones mínimas en la instalación eléctrica de una turbomáquina:

26

1. Las conexiones y protecciones eléctricas deben instalarse y diseñarse acorde con los datos técnicos de voltaje y amperaje de trabajo de la electrobomba, los cuales están en el manual de uso y mantenimiento y en la placa del equipo.

El voltaje de alimentación de la bomba debe confirmarse con un multímetro y debe estar bajo los parámetros de alimentación de la bomba a instalar.

2. Como sugerencia básica la turbomáquina debe tener cerca la fuente de energía. lo anterior, ya que, a mayor distancia de la bomba el cable debe ser de mayor calibre, o si no, el motor tiene pérdida de voltaje y la electrobomba puede trabajar de manera deficiente generando corte entre espiras del motor o recalentamiento del motor eléctrico.
3. El cable de alimentación debe ser escogido acorde a la modalidad de operación, y si la instalación eléctrica está expuesta a un ambiente controlado de baja polución y expuesto al mínimo al ambiente exterior o si realmente tiene condiciones ambientales extremas que requiera de una protección extra al cable.
4. Para los motores de conexión o configuración trifásica se debe verificar el sentido de giro del motor. Por lo general el giro es correcto si va en el mismo

sentido de giro de las manecillas del reloj, esto mirando la rejilla del ventilador frontalmente y confirmando el giro; en caso contrario desconecte la bomba y revise la conexión eléctrica.

27

Daños de tipo hidráulico más comunes encontrados en las turbobombas.

Cavitación: La cavitación es un fenómeno físico que ocurre al interior de la bomba centrífuga y que en la gran mayoría de los equipos de bombeo se genera por la instalación inadecuada; a continuación, definiremos la evolución de la cavitación en una turbobomba, lo anterior extraído de la siguiente teoría José Castillo González. (2013).

Cavitación:

1. Formación de las burbujas: para comprender este fenómeno, debemos definir el término de presión de vapor, esta presión es en la que se forja la fase gaseosa o vapor sobre la fase líquida, cuando ambas fases se encuentran en equilibrio dinámico; mientras estas dos condiciones estén en el fluido se genera la presión de vapor. En la imagen no 13 relacionada en la parte inferior, se relaciona, como se origina la presión de vapor en un fluido, en este caso específico el agua:

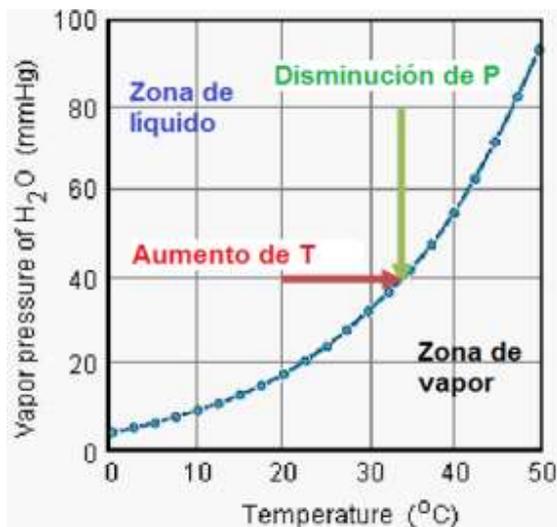


Imagen No 12 Formación de la presión de vapor en el agua. Según José Castillo González. (2013).

Este fenómeno ocurre cuando hay un aumento de temperatura en el líquido y una caída de presión al interior de la bomba, llegando a la zona de vapor del líquido, o en su defecto cuando la presión del líquido se iguala con la presión externa del depósito y de esta manera se produce la presión de vapor. Si la presión del líquido en algún punto de la bomba centrífuga cae o iguala la presión de vapor a la temperatura dada, se empezarán a formar burbujas o bolsas de vapor lo anterior extraído de la siguiente teoría José Castillo González. (2013).

La generación de burbujas al interior de la voluta de la bomba se puede deber a dos casos específicos:

- la energía en el punto de entrada no es suficientemente alta para superar la caída de presión interna asociada a la bomba. extraído de la siguiente teoría José Castillo González. (2013).

- La caída de presión en el interior de la bomba es más grande que la informada por el fabricante. extraído de la siguiente teoría José Castillo González. (2013).

2. Evolución de las burbujas:

Cuando no se corrige la fase No 1 de generación de las burbujas de vapor, la bomba continúa el proceso cavitando con burbujas nuevas y las viejas a la vez, las burbujas de mayor edad en el ciclo aumentaran de tamaño a medida que avanzan en la impulsión, extraído de la siguiente teoría José Castillo González. (2013).

Posteriormente estas burbujas se unen y o comienzan a viajar a zonas de más alta presión, que son las partes más lejanas radialmente del ojo del rodete, como se observa en la imagen No 13, adicionalmente se observa que la presión va a aumentando a medida que el fluido se aleja del centro del rodete, extraído de la siguiente teoría José Castillo González. (2013).

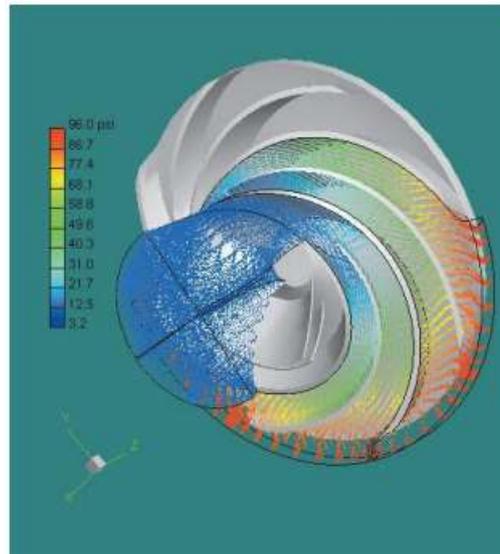


Imagen No 13 Distribución de la presión en el rodete de una bomba centrífuga con un inductor. Según José Castillo González. (2013).

3. Implosión de las burbujas.

Cuando cada una de las burbujas llegan a la zona de alta presión se produce que la presión exterior sea mayor que la presión dentro de las burbujas, por esta razón, son aplastadas por el líquido e implosionan.

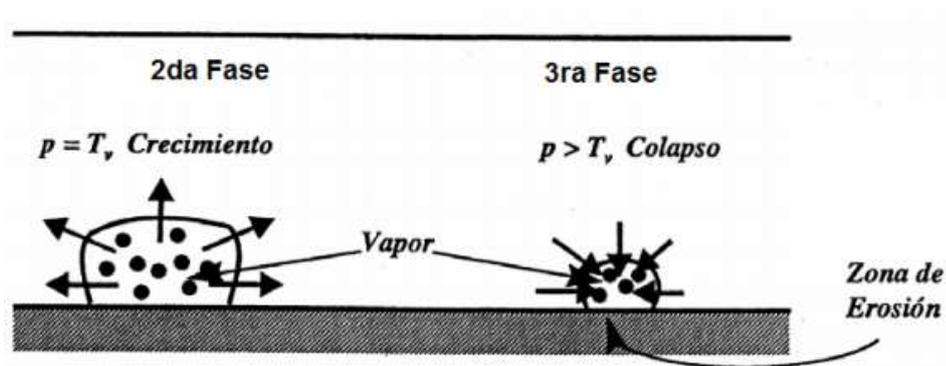


Imagen No 14 Proceso de crecimiento y colapso de las burbujas. Según José Castillo González. (2013).

Golpe de ariete: es denominada como una perturbación hidráulica de transición que se presenta cuando se cierra súbitamente una válvula de paso, o hay, obstrucciones en la línea de distribución del fluido o no continúa el fluido con su movimiento normal. Este efecto de corta duración, según la teoría extraída de la Universidad politécnica de Cartagena. (2019).

Según Universidad politécnica de Cartagena. (2019). Por lo general este efecto hidráulico se produce por la modificación del movimiento del fluido transportado que se produce cuando la bomba centrífuga se detiene súbitamente o las válvulas a la salida del flujo sufren daños mecánicos que impiden el movimiento normal del fluido transportado. Este cambio genera ondas alternativas de depresión y sobrepresión, que se propagan a lo largo de la tubería.

Efectos más comunes generados en una bomba centrífuga, tubería y accesorios Según

Universidad politécnica de Cartagena. (2019):

- Sobrepresiones: rotura de tuberías, daño a elementos fijos y móviles en instalaciones de bombeo.
- Depresiones: rotura de tuberías por aplastamiento, acumulación de aire y cavitación.

Causas más comunes que producen el golpe de ariete Según Universidad politécnica de Cartagena. (2019):

- Cierre repentino de válvulas en sistemas de distribución.
- Parada de bombas en instalaciones de impulsión.

Descripción matemática del golpe de ariete:

$$P_g = \frac{L \cdot V}{g \cdot T} \quad \text{JOUGET}$$

Imagen No 15 Descripción matemática del golpe de ariete. Según Universidad politécnica de Cartagena. (2019).

Donde:

P_g = golpe de ariete en (mca).

L = longitud de la tubería (m)

V = diferencia de velocidades antes y después del accionamiento de la válvula o parada de la bomba (m/s)

g = aceleración de la gravedad (m/s^2).

Descripción grafica del golpe de ariete en una tubería:

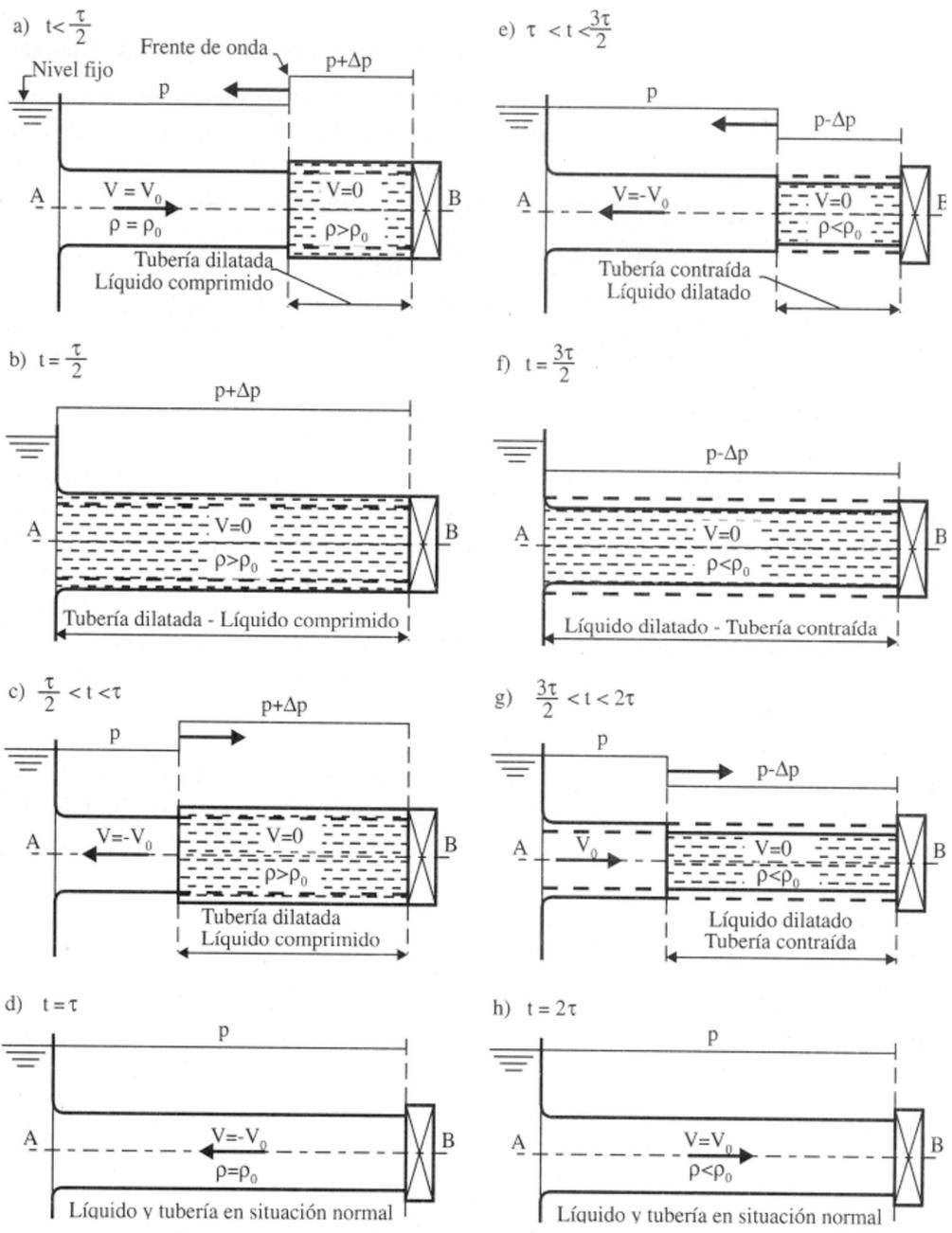


Imagen No 16 Fases del golpe de ariete. Según Universidad politécnica de Cartagena. (2019).

Donde:

34

$\tau = 2L/a$; y a : celeridad de la onda.

Que es la celeridad: es la velocidad con la que el fluido cambia su velocidad cuando ocurre el fenómeno hidráulico de golpe de ariete, este valor de celeridad depende de geometría de la tubería y características mecánicas de la tubería, en adición a la compresibilidad y densidad Especifica del fluido a transportar Según Universidad politécnica de Cartagena. (2019).

Descripción matemática de la celeridad:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \cdot \frac{D}{e}}}$$

Imagen No 17 Descripción matemática de la celeridad. Según Universidad politécnica de Cartagena. (2019).

Donde:

a = Celeridad de la onda (m/s)

D = Diámetro interior de tubo (mm)

e = Espesor del tubo (mm)

$k = 1010/E$, Siendo E el módulo de elasticidad del material en Kg/m²

<u>MATERIAL</u>	<u>E (kg/m²)</u>
T. hierro, acero y hormigón armado	$2 \cdot 10^{10}$
T. fundición dúctil	$1,7 \cdot 10^{10}$
T. fundición laminar	10^{10}
T. aluminio	$7 \cdot 10^9$
T. hormigón pretensado	$4 \cdot 10^9$
T. amianto-cemento	$1,85 \cdot 10^9$
T. PVC	$3 \cdot 10^8$
T. polipropileno	$12 \cdot 10^7$
T. polietileno alta densidad	$9 \cdot 10^7$
T. polietileno baja densidad	$12 \cdot 10^6$

Tabla No 1 Descripción elasticidad del material. Según Universidad politécnica de Cartagena.

(2019).

Daños eléctricos más frecuentes en las turbobombas:

Bajo las encuestas realizadas a los diferentes conjuntos residenciales se evidencia que las fallas con mayor recurrencia en los sistemas de bombeo y que ocasionan el paro inmediato de los equipos son de tipo eléctrico, en su mayoría los equipos de los conjuntos residenciales encuestados manejan bombas mono block las cuales cuentan con el motor y la bomba en la misma carcasa, y a su vez funcionan por medio de un motor eléctrico el cual les brinda el

movimiento a cada uno de los equipos, estos motores eléctricos requieren de ciertas especificaciones técnicas, voltajes, tableros de automatización, cableado certificado y una alimentación de corriente independiente para poder brindar el máximo de su capacidad (HP) y ofrecer estabilidad frente al sistema hidráulico de bombeo.

36

Es muy importante resaltar que dentro de los mantenimientos preventivos que se realizan a las bombas hidráulicas entra el mantenimiento a los sistemas eléctricos como tableros de control, cableado y totalizadores, no obstante, se pueden evidenciar fallas en dichos mantenimientos preventivos ya que el personal que realiza esta labor muchas veces no cuenta con el conocimiento técnico para realizar el mantenimiento a los equipos de control eléctricos, realizando medidas de las cargas eléctricas que están manejando los equipos, y el consumo adecuado que debe tener cada uno de ellos.

Pasos para realizar un mantenimiento preventivo a tableros eléctricos:

- 1 Desenergizar el tablero de control y señalar por medio de cercados y carteles que se encuentra en mantenimiento.
- 2 Verificar el estado de los componentes (Cables, Borneras, componentes eléctricos) en caso de irregularidades apuntar en la hoja de seguimiento.
- 3 Limpiar con una brocha o una aspiradora el polvo que se encuentra dentro del tablero de control.

- 4 Apretar todos los tornillos de fuerza, control y partes electrónicas. 37

- 5 Organizar cableado con amarres plásticos.

- 6 Limpiar el tablero con desengrasante dieléctrico (Borneras, cables y estructura.).

- 7 Limpiar cualquier tipo de humedad que se genera en los componentes electrónicos con limpiador de contactos.

- 8 Energizar veinte (20) minutos después de haber realizado el mantenimiento.

- 9 Verificar el funcionamiento de los equipos que el tablero de control maneja.

Mantenimientos preventivos eléctricos a motores trifásicos de seis puntas de bombas mono block:

- 1 Desconectar alimentación o corriente trifásica.

- 2 Quitar o desmontar los puentes o tipos de conexión bien sea en estrella, delta o en x.

- 3 Realizar prueba de aislamiento (Ω) entre los devanados que tiene el motor, para ³⁸ este caso como el motor es trifásico tiene tres devanados y tres pares la resistencia esto se mide entre pares o parejas y las medidas que arrojan tienen que ser muy similares esto permite deducir si el devanado se encuentra compensado o no.

- 4 Realizar la prueba en la que el motor no se encuentre aterrizado con la carcasa esta prueba se realiza con un multímetro poniendo el multímetro en la función de continuidad, tomando cada punta del medidor y realizando contacto una punta directamente con la carcasa del motor haciendo masa y la otra punta en cada punta de las seis con las que cuenta el motor en la pantalla del multímetro no tiene que dar ningún tipo de resistencia entre cada punta de la carcasa, así se puede verificar el estado interno del devanado del motor.

Fallas eléctricas en los motores de bombas:

- 1 Fallas de fases en los motores: Cuando se presenta una ausencia de línea o fase en los motores trifásicos esta ausencia de fase hace que la corriente se eleve en un 800%, aumentando también la temperatura en los devanados, en la mayoría de los casos esta falla ocasiona que los motores se quemen.

- 2 Bajo voltaje: El relevador del motor mientras no se genere una sobre carga no detecta ni altos ni bajos voltajes esto hace que el motor se caliente durante mucho tiempo ocasionando un mayor desgaste y menor vida útil. 39
- 3 Desbalance de voltaje: El desbalance de voltaje induce un campo magnético en sentido contrario a la rotación del motor ocasionando aumento de temperatura en el motor disminuyendo su vida útil.
- 4 Secuencia invertida: El relevador de sobre carga no detecta una secuencia invertida, girando en sentido contrario generando un mal funcionamiento en el motor ocasionando daños graves.

Diseño experimental y resultados

Paradigma Epistemológico

Para este trabajo, se utilizará un paradigma empírico analítico, el cual según Bautista (2011), parte de un interés técnico, para buscar la creación de tecnología y apoyar la creación de conocimiento. De igual forma, este enfoque busca la explicación, identificación de causas y efectos cuantitativamente comprobables y repetibles en contextos diversos con variables de control. En este caso, se busca realizar una exploración del modo de falla más frecuente y asociarlo con las causas que lo ocasionaron.

Enfoque

Hernández, Fernández, y Baptista, (2014), plantean que los enfoques cuantitativos son objetivos, buscan la dispersión de los datos e información, se utiliza para consolidar creencias basadas en una teoría y establecer patrones; de igual forma, en estos enfoques la realidad no cambia por las observaciones y mediciones realizadas. Para esta investigación, se realizará una toma de datos de las fallas presentadas por las Bombas en los conjuntos con el fin de establecer las fallas más frecuentes (patrones) y de esta manera, diseñar un plan de mantenimiento.

Diseño

El diseño de esta investigación será de tipo no experimental- transaccional, según 41 Hernández, Fernández, y Baptista, (2014) se realiza sin manipular deliberadamente las variables, se observan los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos. Teniendo en cuenta la presente investigación no se generará ninguna situación, se observó y evaluó el modo de fallas que se han presentado en las bombas, así como los costos asociados, esta situación no se puede manipular pues ya ha ocurrido con anterioridad.

Es de tipo, transaccional o transversal debido a que se recolectan datos en un único momento (Liu, en Hernández, Fernández, y Baptista, 2014), su objetivo es describir variables en un momento determinado.

Método

Muestra

El muestreo es de tipo no probabilística, el cual es también llamado muestras dirigidas, debido a que suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014). Se toma como universo de la población 12 conjuntos residenciales en Bogotá con los cuales se tiene contacto, por lo cual, se establece como muestra representativa, el 30%, es decir 5 conjuntos residenciales, a los cuales se les aplicará la encuesta.

Se establecieron los siguientes criterios de participación en este estudio para los conjuntos: construcción horizontal, igual número de conjuntos nuevos y antiguos; y con más de 3 pisos de construcción.

Procedimiento

Se realiza una encuesta virtual utilizando la herramienta Google formatos la cual se aplica on-line a los administradores de los conjuntos residenciales para conocer y determinar el estado y funcionamiento de los equipos.

Posteriormente se realizará un análisis de los datos obtenidos de los conjuntos y se suministrará un informe a éstos de las condiciones de mantenimiento de los equipos. Finalmente, mediante una estadística descriptiva, se presentarán los resultados de la encuesta, dando respuesta a la pregunta problema y los objetivos planteados.

Instrumento

Se elaboró una encuesta que cuenta con 20 preguntas, las cuales están divididas en 4 secciones. La primera sección consta de información general relacionada con datos de identificación del conjunto y cuenta con 4 preguntas. En la segunda sección, se especifica la información general de los equipos de bombeo, como cuántas bombas tiene el conjunto, tipo de bomba, marca, presión de trabajo, con un total de 5 preguntas. La tercera sección concierne a los mantenimientos realizados en el equipo, tanto correctivos como preventivos, si han existido paros de emergencia, si cuentan con un plan de mantenimiento y que modo de falla es más frecuente en los equipos de bombeo, con 7 preguntas.

Finalmente, en la cuarta sección se indaga sobre los costos de los mantenimientos realizados a los equipos, detallando por mantenimientos preventivos, correctivos y personal contratado para tal fin, con 4 preguntas. (ver anexo 1).

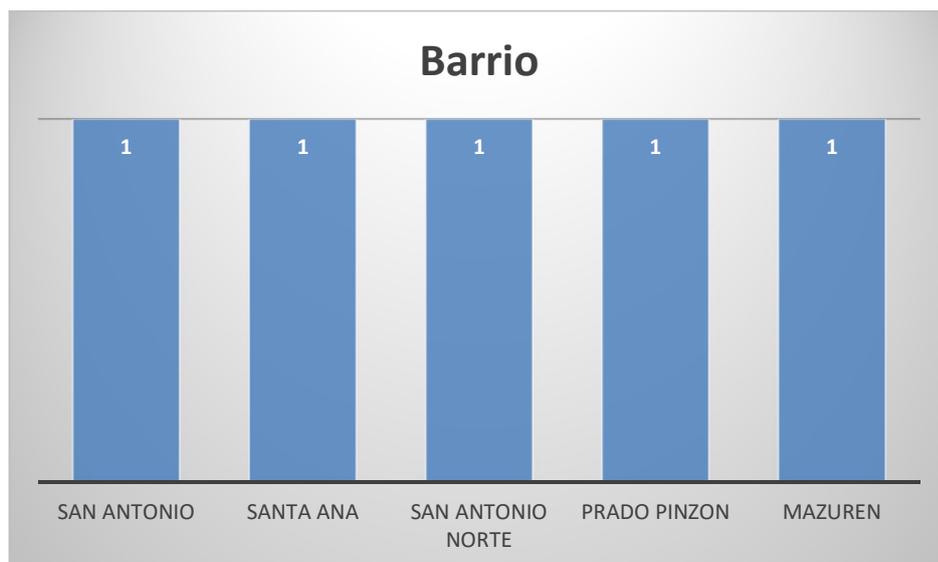
Capítulo 5

Resultados

Después de aplicar a 5 conjuntos residenciales la encuesta virtual que permitía identificar las condiciones de funcionamiento de las turbomáquinas de manejo para agua potable, se presentarán los resultados obtenidos.

Con relación a las características generales de los conjuntos, se puede mencionar que cada conjunto pertenecía a barrios diferentes como se observa en la gráfica No.1, tales como San Antonio, Santa Ana, San Antonio Norte, Prado Pinzón y Mazuren.

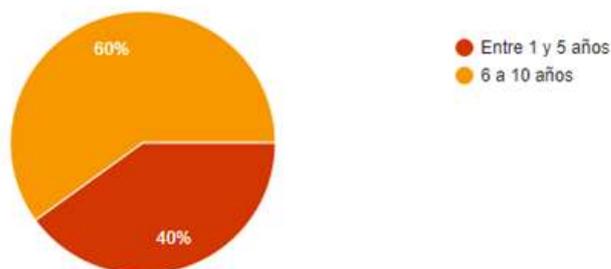
Gráfica No.1 Barrio



Con relación a los años de puesta en marcha e instalación de las turbomáquinas de los conjuntos residenciales, se observa en la gráfica No.2 el 60% de la población tiene una antigüedad de 6 a 10 años de funcionalidad y el 40% restante entre 1 a 5 años, lo que indica una población de bombas en edad de funcionamiento media. (ver gráfica No. 2).

Gráfica No.2 Tiempo de instalación de las bombas

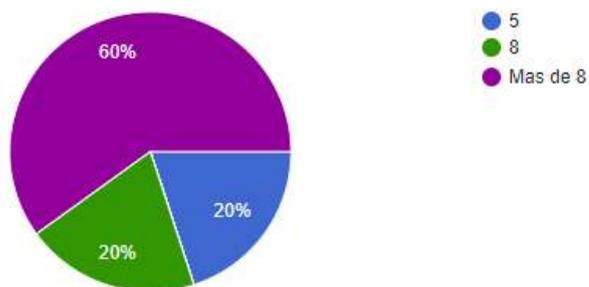
Tiempo de instalación de las bombas:



A nivel de la cantidad de pisos de los cuales se compone la edificación, se identificó que el 20% tienen entre 1 y 5 pisos de altura, 20 % tiene entre 5 y 8 pisos de altura y el 60% más de 8 pisos de altura. Lo cual nos indica, que en la población de 20% de 5 pisos de altura y la población de 20% de 8 pisos de altura, las bombas esta sobre dimensionadas para la altura de trabajo. (ver gráfica No. 3).

Gráfica No.3. Pisos de la Edificación

¿De cuantos pisos se compone la edificación?

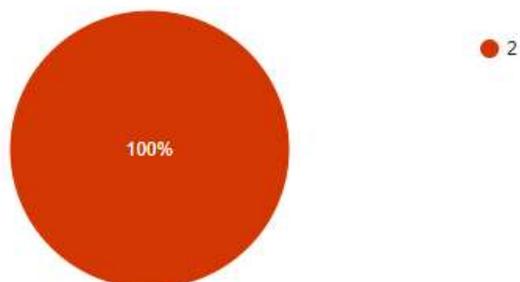


De otra parte, a continuación, se presentará la información sobre las bombas de transporte de agua potable para los conjuntos residenciales analizados, el objetivo principal de estas respuestas es identificar las características técnicas de operación del equipo, la marca y condiciones generales de la instalación.

Con respecto a la cantidad de equipos que tienen en los conjuntos residenciales, se logró identificar como se observa en la gráfica No. 4 que el 100% de los conjuntos residenciales cuentan con 2 equipos de bombeo. (ver gráfica No. 4).

Gráfica No. 4. Cantidad de Equipos

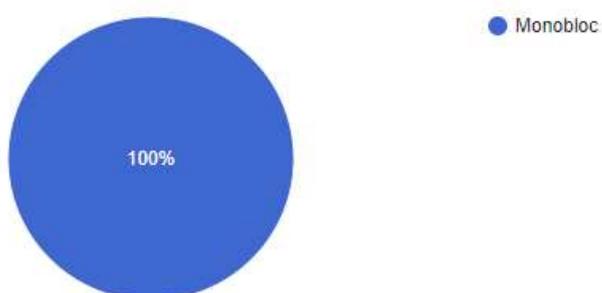
¿Cuántos equipos tiene la propiedad horizontal?



En la gráfica No. 5 se puede identificar qué tipo de bombas se tiene en funcionamiento en los conjuntos residenciales analizados en dicha encuesta, donde el 100% de los conjuntos tienen un tipo de bomba Monobloc. (Ver gráfica No. 5).

Gráfica No. 5. Años de uso

¿Qué tipo de bomba tiene?



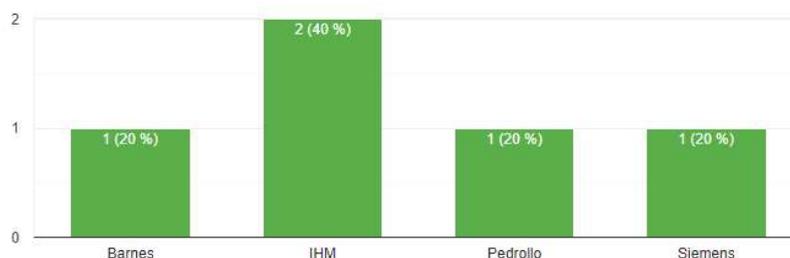
Con respecto a la marca de bomba centrífuga, con las que cuentan estos conjuntos residenciales, se identificó que el 40% son de marca IHM, resto de las unidades de bombeo se distribuyen un porcentaje de 20% es decir 1 unidad de las siguientes marcas,

Barnes, Pedrollo y Siemens. Lo anterior nos indica que hay una múltiple variedad de elección y selección de equipos. (ver gráfica No. 5).

Gráfica No.6. Marca de Bomba

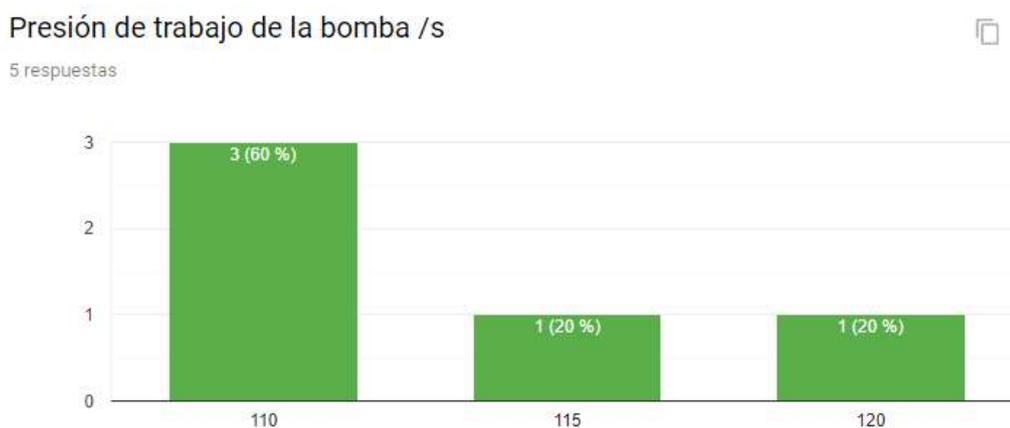
Marca de su bomba/s

5 respuestas



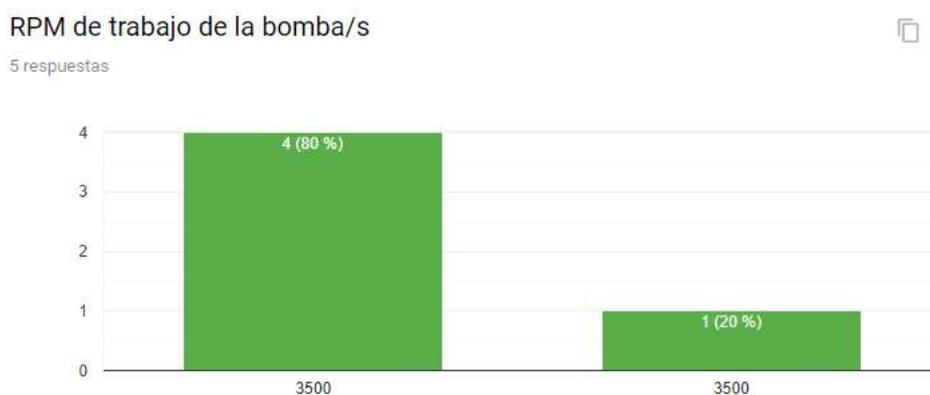
Para el caso de la gráfica No 7 presión de trabajo de la bomba/s, se identificó que el promedio de presión de trabajo de los equipos es de 115 PSI. (Ver gráfica No. 7).

Gráfica No.7.Presion de trabajo de la bomba/s



Según la gráfica No 8, El 100% de los equipos de bombeo trabajan a 3500 RPM. (Ver gráfica No. 8).

Gráfica No.8. RPM de trabajo de los equipos de bombeo.

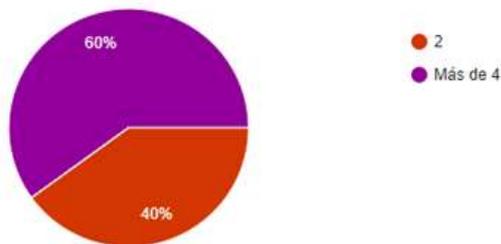


En la parte inferior, se presentará la información sobre los mantenimientos realizados 48 a las turbomáquinas en estudio de dicha encuesta.

El 60% de la población de equipos de bombeo han realizado más de 4 servicios preventivos de mantenimiento al año y el 40 % restante hacen alusión a 2 mantenimientos preventivos al año. (Ver gráfica No. 9).

Gráfica No. 9. Mantenimientos preventivos.

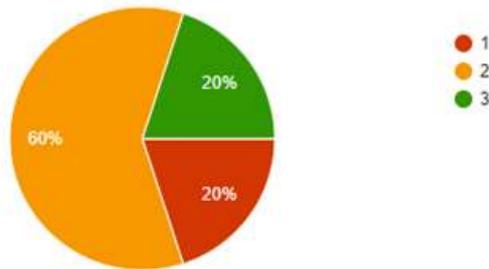
¿Cuántos mantenimientos preventivos ha realizado en los equipos de bombeo durante el último año?



En la gráfica No. 9, nos indica que el 60% de la población de equipos de bombeo han realizado 2 servicios correctivos de mantenimiento al año y el 40 % restante hacen alusión a una división del 20% a 3 mantenimientos correctivos al año y el restante 20 % a 1 mantenimiento correctivo al año. (Ver gráfica No. 10).

Gráfica No.10. Mantenimientos Correctivos

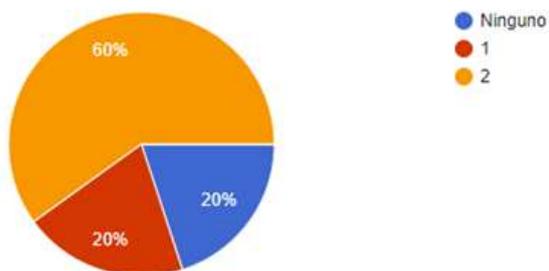
¿Cuántos mantenimientos correctivos ha realizado en los equipos de bombeo durante el último año?



Para el caso de la gráfica No.10, nos indica que el 60% que corresponde a 3 conjuntos residenciales de la población de equipos de bombeo han tenido realizado 2 fallos de emergencia al año y el 40 % restante hacen alusión a una división del 20% a 1 paro de emergencia al año en uno de los conjuntos residenciales y el restante 20 % a 1 ningún paro de emergencia en un conjunto residencial. (ver gráfica No. 11).

Gráfica No.11. Fallos por paro de emergencia.

¿Cuántos fallos o paros de emergencia ha tenido sus equipos de bombeo durante el último año?

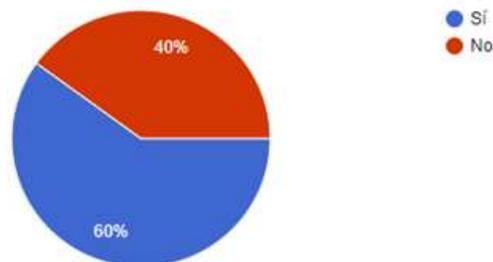


Con relación a que los equipos de bombeo cuentan con un plan de mantenimiento 50

definidos, la gráfica No 12. Indican que tres de los conjuntos encuestados cuentan con un plan de mantenimiento y dos de los conjuntos encuestados no cuentan con un plan de mantenimiento definido. (Ver gráfica No. 12)

Gráfica No.12. Plan de mantenimiento definido.

¿Cuenta actualmente con un plan de mantenimiento definido para sus equipos de bombeo?

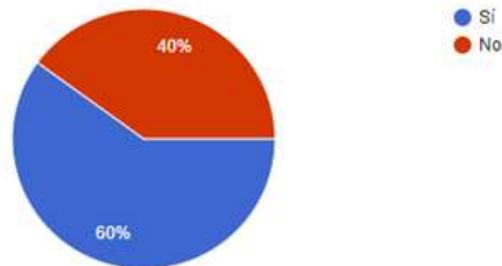


Los asesoramientos son elementales en la puesta a punto y operación adecuada de los equipos de bombeo de agua potable, en la gráfica No. 13, nos muestra que tres de los conjuntos encuestados han recibido algún tipo de asesoramiento y dos de los conjuntos encuestados no han recibido ningún tipo de asesoramiento. (Ver gráfica No. 13)

Gráfica No.13. Asesoramiento en equipos de bombeo.

51

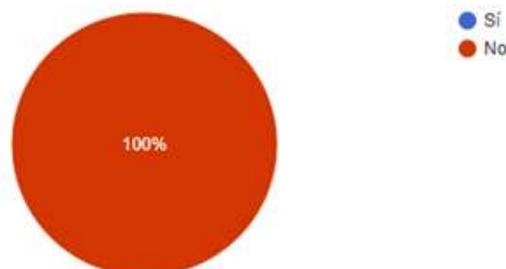
¿Ha recibido asesoramiento en la operación y mantenimiento adecuado de sus equipos de bombeo?



En punto clave dentro del desarrollo de oportunidades de negociación, es ofertar un tipo de plan de contingencia, para prevenir paradas súbitas en los equipos de bombeo, la gráfica No. 14, se destaca que el 100% de los conjuntos residenciales, no cuentan con un plante contingencia y prevención de riesgos de equipos de bombeo.

Gráfica No.14. Plan de contingencia.

¿Cuenta con un plan de contingencia por paradas de emergencia de sus equipos de bombeo?



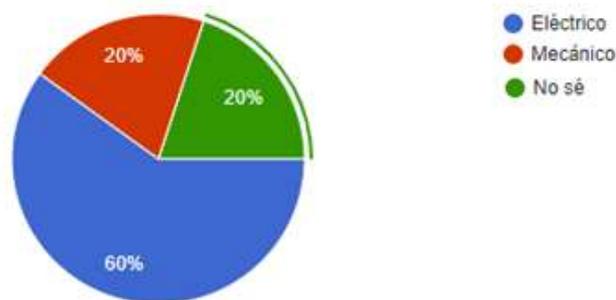
Para la integración de conocimiento y competencias a desarrollar del ingeniero mecánico, en la gráfica No. 15 se indican los dos inconvenientes más comunes en los equipos de

bombeo, para el caso más común el 60% de los conjuntos encuestados, han tenido inconvenientes de tipo eléctrico y un conjunto residencial ha evidenciado una falla de tipo mecánico. (ver gráfica No. 15).

52

Gráfica No. 15 modo de falla de equipos de bombeo

¿Qué modo de fallo ha sido más recurrente en sus equipos de bombeo?



Para el caso de la inversión en los mantenimientos suministrados a los equipos de bombeo, las gráficas No 16 y No. 17, representan que el 100 % de los conjuntos residenciales encuestados, utilizan un recurso entre 1 a 3 millones de pesos en la reparación de sus equipos, ya sean mantenimientos de tipo preventivo y correctivo.

Gráfica No. 16 inversión en mantenimiento preventivo.

En el último año, ¿cuánto dinero ha invertido en mantenimientos preventivos?



Gráfica No. 17 inversión en mantenimiento correctivo.

En el último año, ¿cuánto dinero ha invertido en mantenimientos correctivos?



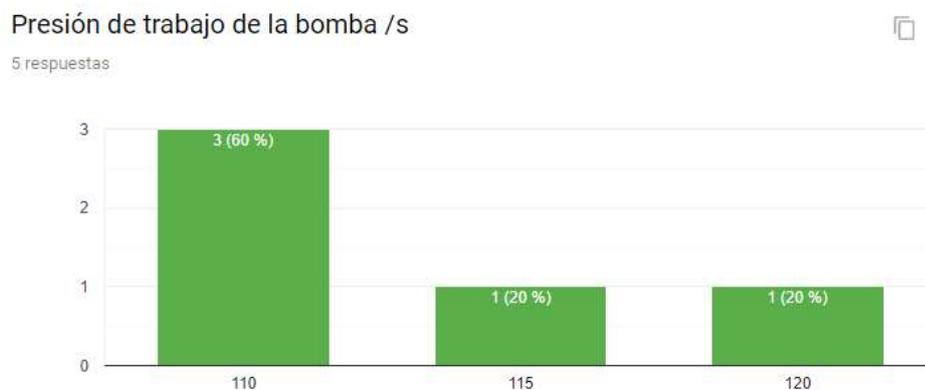
Discusión

En la parte inferior se realiza un análisis de la encuesta realizada y los resultados obtenidos, se evidencio que, en los conjuntos residenciales consultados, es existete una falencia respecto a la operación y mantenimiento de los equipos de bombeo por parte del personal que realiza la inspección e instalación de estos equipos.

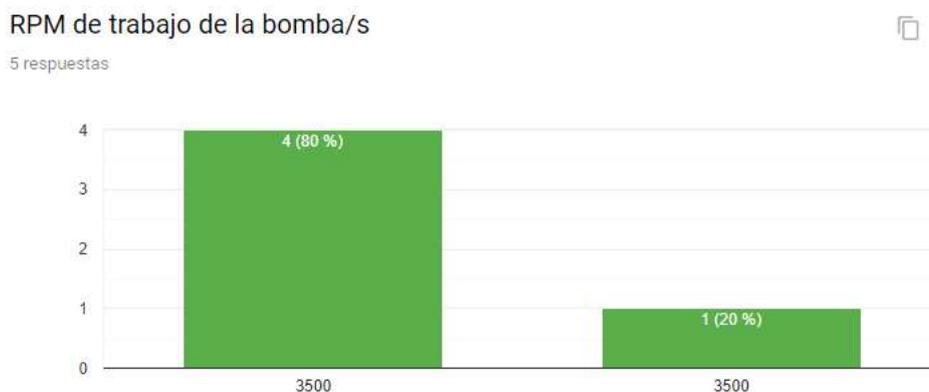
Por otra parte, los administradores no cuentan con información adecuada en cuanto a la puesta en marcha e instalación adecuada de las bombas centrifugas utilizadas para el transporte de agua potable, por otra parte, no hay un control de mantenimientos que realiza el personal encargado de dicha labor.

Según la gráfica No 6 de la encuesta realizada, la presión de trabajo de la bomba/s, es de un promedio de 115 PSI. (Ver gráfica No. 6). En la imagen No 7 se identifica que las RPM de operación de las bombas son de 3500 RPM.

Gráfica No.6. Marca de Bomba



Gráfica No.7. RPM de trabajo de los equipos de bombeo.



Con las gráficas No 6 y No 7 podemos identificar el diámetro del impulsor y el punto de mayor eficiencia de cada una de las bombas instaladas en los conjuntos residenciales entrevistados.

115 PSI son equivalentes a 80.90 mca, en la parte inferior se relacionan las curvas de trabajo con la debida ubicación del punto de mayor eficiencia y la descripción el diámetro del impulsor empleado en dicha bomba.

Instalación Bomba Barnes NV90LAZ:

Referencia de bomba centrífuga Barnes NV90LAZ, cuenta con un impulsor de diámetro de 8.187 pulgadas que es equivalente a 207.9498 mm, el punto de mayor eficiencia de bomba corresponde a la zona resaltada en color rojo en la imagen No 18, la presión de la bomba es de 115 PSI, con un caudal promedio de 320 L / min.

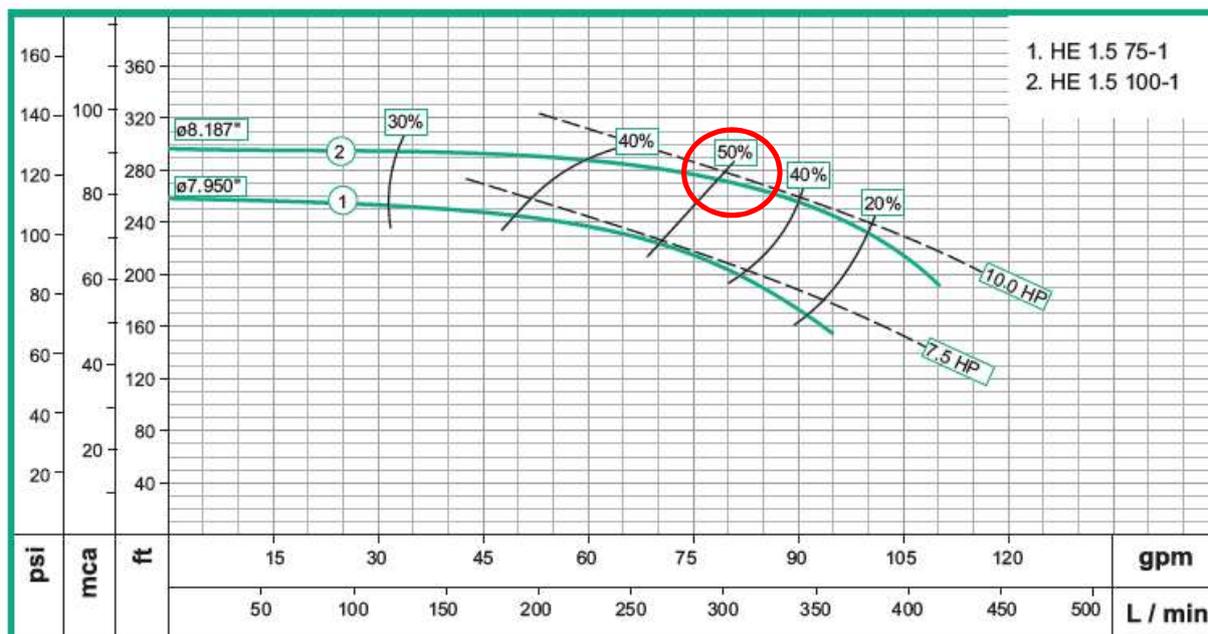


Imagen No 18 Curva de trabajo bomba Barnes extraído de la ficha técnica de WDM

Pumps. (2019).

Acorde con la curva de trabajo, se logró determinar que el equipo se encuentra sobre dimensionado, esto debido a que la altura regular de un piso en construcción vertical es de 3 a 4 metros de alto contando que son más de 6 pisos de construcción, la altura del edificio es de 34 metros de altura, dando un 30% de factor de seguridad sobre la altura del edificio da como resultado 44.2 metros de altura dando el 50 % de la capacidad de la bomba.

Análisis de la instalación:

Acorde con la imagen No 19, se evidencia que las bombas instaladas no cuentan con manómetros para verificar presiones de trabajo de la bomba, en adición que el anclaje de las

bombas es deficiente, aumentando las vibraciones en el equipo, lo que produce deterioro prematuro de rodamientos y bujes, los sellos mecánicos también pueden sufrir fallas prematuras, produciendo así fugas de agua potable. 57



Imagen No 19 Instalación de bombas de marca Barnes edificación Coquivacoa.

Otra observación determinate en la instalación de las bombas, es las curvas pronunciadas a la salida de fluido de la voluta, estos cambios de sección generan turbulencia del fluido y con ello se producen pérdidas en la presión de salida, por lo tanto, la altura a la cual llega el fluido es menor a la deseada. En el marco teórico se relaciona la manera adecuada de instalación de un equipo monoblock, para evitar al máximo pérdidas por accesorios o curvas pronunciadas a la entrada y a la salida de la voluta de la bomba.

Referencia de bomba centrífuga IHM 63991000A2, cuenta con un impulsor de diámetro de 208 mm, el punto de mayor eficiencia de bomba corresponde a la zona resaltada en color rojo en la imagen No 21, la presión de la bomba es de 115 PSI, con un caudal promedio de $23 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$.



Imagen No 20 Instalación de bombas de marca IHM Edificio viña del mar.

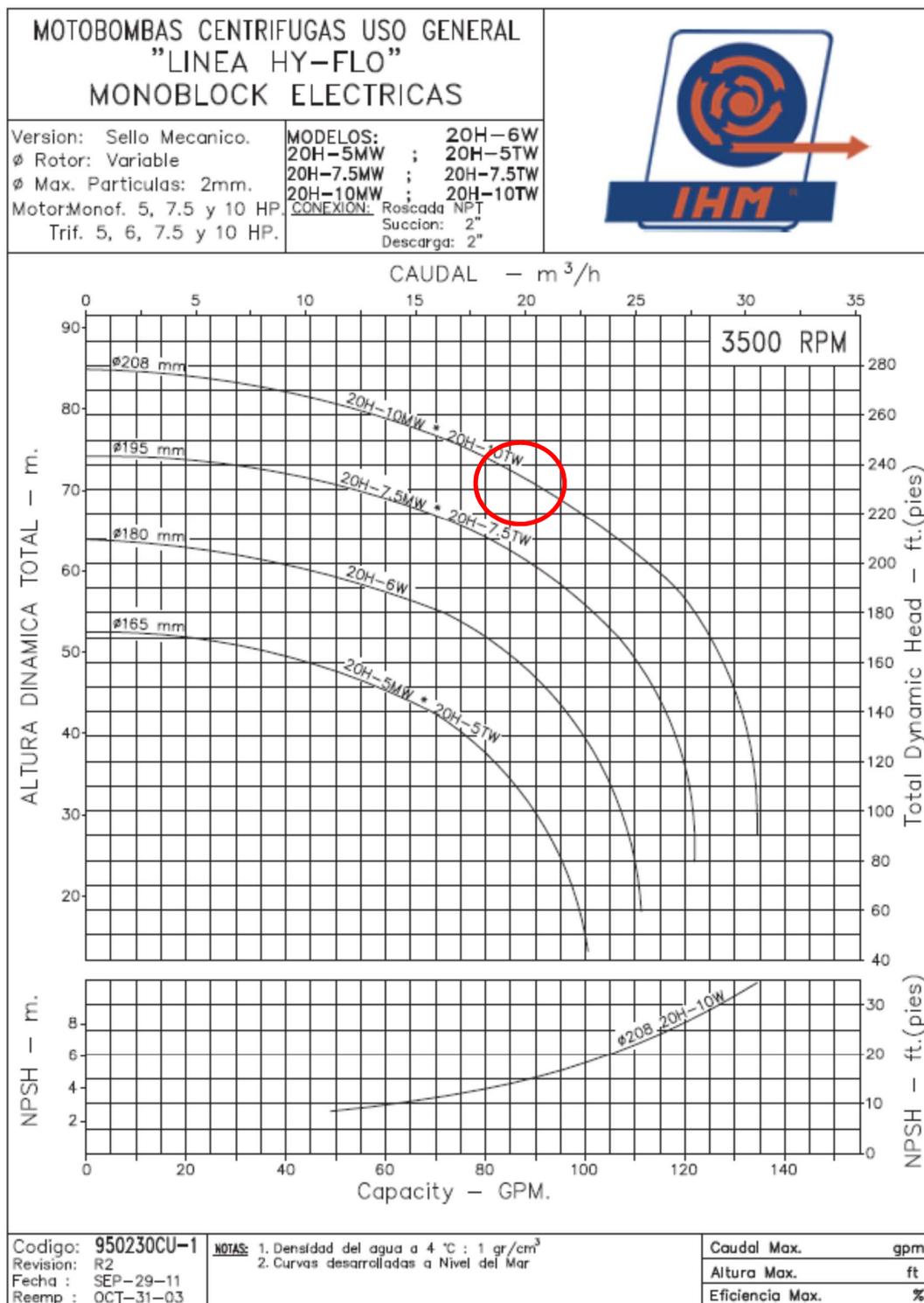


Imagen No 21 Curva de trabajo bomba centrifuga IHM 63991000A2 extraido de la ficha técnica de Industrias IHM. (2019)

Análisis de la instalación:

Acorde con la imagen No 20, se evidencia que las bombas instaladas cuentan con manómetros para verificar presiones de trabajo de la bomba, por otra parte, el anclaje de las bombas es deficiente, aumentando las vibraciones en el equipo, lo que produce deterioro prematuro de rodamientos y bujes, los sellos mecánicos también pueden sufrir fallas prematuras, produciendo así fugas de agua potable.

Esta instalación es aceptable para la operación, esto a que cuentan con requerimientos mínimos para un funcionamiento adecuado del equipo.

Instalación Bomba IHM 63991000A2 Conjunto residencial san cayetano:

Referencia de bomba centrífuga IHM 63991000A2, cuenta con un impulsor de diámetro de 208 mm, el punto de mayor eficiencia de bomba corresponde a la zona resaltada en color rojo en la imagen No 21, la presión de la bomba es de 115 PSI, con un caudal promedio de 23 m³/h.



Imagen No 22 Instalación de bombas de marca IHM Conjunto residencial san cayetano. Industrias IHM. (2019)

Análisis de la instalación:

Acorde con la imagen No 22, se evidencia que las bombas instaladas cuentan con manómetros para verificar presiones de trabajo de la bomba, por otra parte. el anclaje de las bombas es deficiente, aumentando las vibraciones en el equipo, lo que produce deterioro

Prematuro de rodamientos y bujes, los sellos mecánicos también pueden sufrir fallas prematuras, produciendo así fugas de agua potable. 62

Por otra parte, en la toma de succión de la bomba hay cambio de sección prominente Lo que genera turbulencia y formación de burbujas que pueden iniciar la cavitación, por lo anterior se sugiere un tramo de 4 metros en la succión para evitar turbulencias y formaciones de burbujas. Es necesario también proporcionar válvulas de cierre a la entrada de la coca toma y a la salida de la bomba, esto con el fin de tener un mejor acceso al mantenimiento preventivo del equipo.

Instalación Bomba Pedrollo CPM 650, Conjunto residencial Prado pinzón:

Referencia de bomba centrífuga Pedrollo CPM 650, cuenta con un impulsor de diámetro de 180 mm, el punto de mayor eficiencia de bomba corresponde a la zona resaltada en color rojo en la imagen No 23, la presión de la bomba es de 56 PSI, con un caudal promedio de 80 L / min.

Acorde con la imagen No 24, se evidencia que las bombas instaladas no cuentan con manómetros para verificar presiones de trabajo de la bomba, por otra parte. El anclaje de las bombas es óptimo, por lo tanto, las vibraciones en el equipo se reducen considerablemente.

Por otra parte, en la toma de succión de la bomba hay cambio de sección prominentes. Lo que genera turbulencia y formación de burbujas que pueden iniciar la cavitación, por lo anterior se sugiere un tramo de 4 metros en la succión totalmente recto y sin cambios de sección para evitar turbulencias y formaciones de burbujas.

Es necesario también proporcionar válvulas de cierre a la entrada de la boca toma y a la salida de la bomba, esto con el fin de tener un mejor acceso al mantenimiento preventivo del equipo.

CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

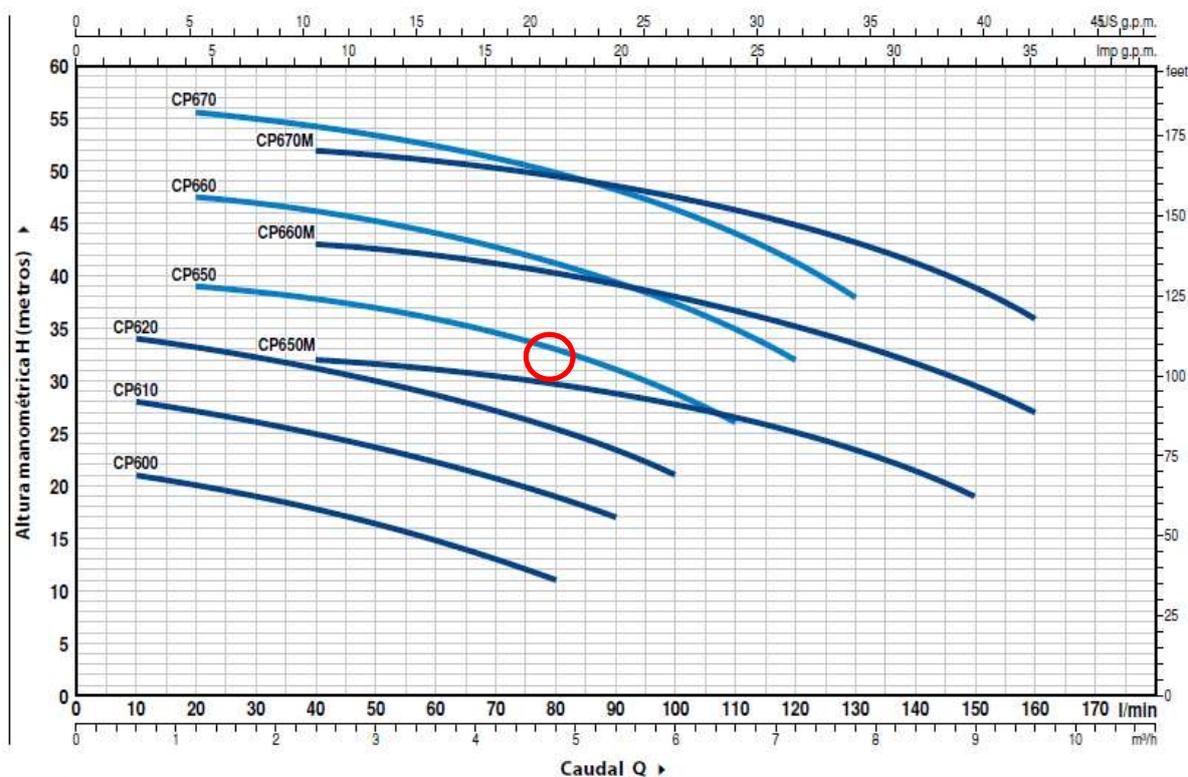
60 Hz $n = 3450 \text{ min}^{-1}$ HS = 0 m

Imagen No 23 Instalación de bombas de Pedrollo CPM 650, Conjunto residencial

Prado pinzón. Extraído de Pedrollo S.p.A. (2019).



Imagen No 24 Instalación de bombas de marca Pedrollo CPM 650, Conjunto residencial Prado pinzón. Extraído de Pedrollo S.p.A. (2019).

Tabla de casa fallas Acción de mejora en el suministro de servicios

ELECTROMOFASE SAS:

En la siguiente tabla se desarrolla un paso a paso para el diagnóstico de posibles daños en el sistema de bombeo y las soluciones más apropiadas, esta tabla recibe el nombre de casa fallas.



Problemas y Soluciones		
Síntoma	Causa probable	Posible solución
El motor no arranca	No coincide el tipo de conexión interna de la bomba con el de la conexión a la red. (p. Ej. Se suministra energía monofásica a un motor trifásico).	Verificar las conexiones eléctricas
	Fusibles quemados.	Reemplazar fusibles.
	Cables en mal estado.	Reparar o reemplazar el cable.
	Eje del motor atascado.	Reemplazar rodamiento.
	Impulsor atascado.	Gire el eje con un destornillador desde el lado de la tapa del ventilador hasta que el eje gire suavemente o desarme la bomba y límpiela internamente.
	Estator (bobinado) quemado.	Reemplazar el bobinado o rebobinar motor.
La bomba funciona, pero el caudal no es suficiente	Sentido de giro del motor incorrecto	Invierta los dos cables de corriente en la conexión (motores trifásicos)
	la bomba y la tubería de succión no están totalmente llenas de agua	Llene completamente la tubería de succión y cear la bomba de agua acorde con el manual de uso y mantenimiento de la bomba, el aire debe ser evacuado completamente de la línea de succión.
	El impulsor está dañado	Sustituya el impulsor

	Fuga de agua en la succión	Corrija las fallas por fugas hidráulicas aplicando cinta teflón a uniones o aplicando pegamento correctamente.
	Nivel de agua del tanque de succión bajo	Cargue el tanque de suministro de agua a un nivel óptimo, para la succión de agua de manera eficiente.
	Obstrucción por sólidos en la tubería o la bomba de agua	Limpie adecuadamente la boca toma de agua y tubería de succión antes del arranque de la bomba.
Presión de la bomba insuficiente	La bomba seleccionada no es la adecuada	Sustituya la bomba hidráulica
	La longitud de entrada de la bomba es demasiado larga o cuenta con bastantes accesorios en la tubería de succión.	Elimine los tramos de longitud en la succión de la bomba superiores a 4 metros de longitud, elimine accesorios innecesarios.
	Obstrucción por sólidos en la tubería o la bomba de agua	Limpie adecuadamente la boca toma de agua y tubería de succión antes del arranque de la bomba.
Motor trabaja de forma intermitente y tiene recalentamiento	Impulsor atascado	Desarme la bomba y limpie intermitentemente
	Conexión a tierra deficientes, cables en mal estado o bornes de conexión inadecuados	Chequee las conexiones eléctricas, trate de disminuir la longitud de las conexiones, corrija si es necesario la longitud del cable por uno más grueso y asegúrese que la ventilación del sitio sea adecuada.
	Voltaje de conexión de la bomba inferior al indicado por el motor eléctrico	Chequee el voltaje de alimentación que sea el necesario de la bomba.
Goteo entre el cuerpo de la bomba y el motor	Fuga de líquido entre el cuerpo de la bomba y el motor	Sustituya el sello mecánico.
Ruido anormal	Rodamientos desgastados	Sustituya rodamientos.

	Impulsor suelto u obstrucción por cuerpos extraños adentro	Ajuste el impulsor, limpie la voluta si es necesario.	68
	Flujo excesivo	Ajuste el flujo con la válvula de la línea de descarga hasta llevar la bomba al punto de mayor eficiencia.	

Tabla No 2 Posibles problemas y soluciones, Información extraída según el manual de instalación y operación bombas centrífugas eléctricas para agua de la compañía IUSA (2019).

Capítulo 7

Conclusiones y Recomendaciones

1. De acuerdo con la encuesta realizada a los cinco conjuntos residenciales tomados en la muestra que equivale al 30 % de un universo de 12 conjuntos residenciales, se logró determinar que estos conjuntos muestran falencias en la instalación de sus bombas centrífugas, tres de los conjuntos residenciales no cuentan con los mínimos elementos de medición de presión para diagnosticar el funcionamiento adecuado de una bomba centrífuga, los cinco conjuntos no cumplen con las características y tramos de tubería sugeridos en la boca toma para la succión adecuada de fluido a la bomba.
2. Según la experiencia en el campo laboral y la encuesta realizada se pudo destacar que existe un nicho de negocio en el sector de mantenimiento de equipos hidráulicos en el mercado del servicio y mantenimiento específicamente en equipos de bombas centrífugas de los conjuntos residenciales. Lo que permite implementar una idea de negocio la cual brinde un servicio integrado de mantenimientos: preventivos, predictivos y correctivo a dichos equipos, con el fin de mejorar el funcionamiento de los equipos, y así bajar costos de manutención y evitando fallas prematuras.

3. Para mejora continua de los procesos, se logró determinar que es necesario la implementación de un cronograma de mantenimiento e inspección de los equipos de bombeo, acorde con las visitas realizadas y a la implementación de la encuesta se identificó que cada una de las construcciones no cuentan con un cronograma de mantenimiento e inspección de equipo, en conjunto con una asesoría personalizada que ayude a la correcta manutención de las bombas, este proceso de mejora en la atención de los clientes, será el valor agregado para implementarlo en la empresa ELECTROMOFASE SAS. 70

Referencias

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: Mc Graw Hill.

Zubicaray, M. V. (2005). *Bombas: teoría, diseño y aplicaciones*. Editorial Limusa.

Sterling Fluid Systems (Spain), S.A. (2016, diciembre 15). *Volute casing pumps*. Technical Data, 1, 26.

IUSA. (2019). *Manual de instalación y operación bombas centrífugas eléctricas para agua*. México-Querétaro: Industrias unidas S.A.

Química en la Universidad de Concepción Sitio web:

<http://www2.udec.cl/~josefcastillo/cavitacion.pdf>

Universidad politecnica de cartagena. (2019). Golpe de ariete en tuberías. Cartagena España: Escuela tecnica superior de ingenieria agronomica.

WDM Pumps. (2019). BOMBAS ALTA PRESION HE 1.5 75-1 / HE 1.5 100-1 ELECTRICAS. 2019-6-11, de Barnes de Colombia S.A Sitio web: www.barnes.com.co.

Industrias IHM. (2019). Moto bombas centrifugas uso general. 2019-11-07, de Industrias IHM Sitio web: <https://www.igihm.com/>

Pedrollo S.p.A.. (2019). CP Pedrollo S.p.A.. 2019-11-7, de Pedrollo S.p.A. Sitio web: https://www.pedrollo.com.co/es/default_t1

Anexos

Anexo 1. Encuesta

Estudio De Manejo de Mantenimiento En Bombas Centrifugas De Agua Potable En Los Conjuntos Residenciales.

Esta encuesta tiene como objetivo conocer las características de operación en sus equipos de bombeo, así como la cultura de mantenimiento y prevención de fallas en equipos de operación continua, con el fin de desarrollar un estudio de caracterización de operación adecuada de equipos de bombeo en su conjunto residencial.

*Obligatorio

Información General

1. Nombre del conjunto residencial: *

2. Barrio: *

3. Tiempo de instalación de la bomba/s: *

Marca solo un óvalo.

- Menos de 1 año
- Entre 1 y 5 años
- 6 a 10 años
- 11 años en adelante

4. ¿De cuantos pisos se compone la edificación? *

Marca solo un óvalo.

- 5
- 6
- 7
- 8
- Mas de 8

Información sobre las bombas de transporte de agua potable

5. **¿Cuántos equipos tiene la propiedad horizontal? ***

Marca solo un óvalo.

- 1
- 2
- 3
- Mas de 3

6. **¿Qué tipo de bomba tiene? ***

Marca solo un óvalo.

- Monobloc
- Multi-etapa
- Otras

7. **Marca de su bomba/s ***

8. **Referencia de la bomba/s**

9. **Presión de trabajo de la bomba /s**

10. **RPM de trabajo de la bomba/s**

Mantenimientos realizados

11. **¿Cuántos mantenimientos preventivos ha realizado en los equipos de bombeo durante el último año? ***

Marca solo un óvalo.

- 1
- 2
- 3
- 4
- Más de 4

12. **¿Cuántos mantenimientos correctivos ha realizado en los equipos de bombeo durante el último año? ***

Marca solo un óvalo.

- Ninguno
 1
 2
 3
 Mas de 3

13. **¿Cuántos fallos o paros de emergencia ha tenido sus equipos de bombeo durante el último año? ***

Marca solo un óvalo.

- Ninguno
 1
 2
 3
 Más de 3

14. **¿Cuenta actualmente con un plan de mantenimiento definido para sus equipos de bombeo? ***

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

15. **¿Ha recibido asesoramiento en la operación y mantenimiento adecuado de sus equipos de bombeo? ***

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

16. **¿Cuenta con un plan de contingencia por paradas de emergencia de sus equipos de bombeo? ***

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

17. **¿Qué modo de fallo ha sido más recurrente en sus equipos de bombeo? ***

Marca solo un óvalo.

- Eléctrico
 Mecánico
 Hidráulico
 No sé

Información sobre costos del Mantenimiento a sus bombas de transporte de agua

18. En el último año, ¿cuánto dinero ha invertido en mantenimientos preventivos? *

Marca solo un óvalo.

- Más de 5 millones de pesos
- Entre 3 a 5 millones de pesos
- Entre 1 a 3 millones de pesos
- No he realizado mantenimiento preventivo

19. En el último año, ¿cuánto dinero ha invertido en mantenimientos correctivos? *

Marca solo un óvalo.

- Más de 5 millones de pesos
- Entre 3 a 5 millones de pesos
- Entre 1 a 3 millones de pesos
- No he realizado mantenimiento correctivo
- Otro: _____

20. Cuándo realiza un mantenimiento en su equipo de bombeo lo hace mediante un servicio de: *

Marca solo un óvalo.

- Técnico in house
- Contratación de un tercero

21. Contrata personal calificado para el mantenimiento de sus equipos de bombeo *

Marca solo un óvalo.

- Si
- No

Anexo 2. Hoja de servicios

ELECTROMOFASE						ORDEN DE SERVICIOS					
CLIENTE:						CODIGO:					
NIT:						TELEFONO:					
DIRECCION:						FECHA DE ORDEN:					
N° ORDEN:		Preventivo		Predictivo		Correctivo		N° SERIE DE EQUIPOS:			
1. PERSONA QUIEN SOLICITA EL SERVICIO						2. NUMERO DE CEDULA					
3. CARGO						4. TECNICO A CARGO					
5. NUMERO DE CEDULA						6. TIPO DE MANTENIMIENTO					
		Preventivo		Predictivo		Correctivo					
FECHA INICIO		FECHA FINALIZACION									
DESCRIPCION CORTA DEL TRABAJO											
MANO DE OBRA											
NOMBRE DE TECNICO		HORA INICIO		HORA FINAL		DESCRIPCION DE TRABAJO				COSTO	
REPUESTOS											
DESCRIPCION REPUESTO		CODIGO		CANTIDAD		COSTO UNIDAD		COSTO TOTAL		FIRMA ENTREGA	
OBSERVACIONES:											
VALOR TOTAL MANO:											
VALOR TOTAL REPUESTOS:											
FIRMA CLIENTE						FIRMA TECNICO					

Anexo 3. Formato de solicitud de garantías

77

		SOLICITUD DE GARANTÍA EQUIPOS		SOLICITUD No.:	
				N°:	
   		 		FECHA SOLICITUD: (fecha en la que se envía el formato)	
DATOS DEL EQUIPO					
EN CASO DE QUE EN EL DIAGNÓSTICO SE CONCLUYA QUE EL SERVICIO O EL COMPONENTE A REEMPLAZAR NO ES GARANTIA, LOS COSTOS GENERADOS SERAN ASUMIDOS POR EL CLIENTE					
CLIENTE					
MARCA:					
MODELO					
SERIE DEL EQUIPO					
FECHA DE COMPRA EQUIPO				FACTURA N°	
FECHA DE LA FALLA					
HORAS DE TRABAJO					
APLICACIÓN					
DESCRIBION PARTE AFECTADA					
DESCRIPCION DE LA FALLA:					
DATOS DE UBICACIÓN					
UBICACIÓN DEL EQUIPO (direccion exacta, ciudad municipio o vereda)					
PERSONA DE CONTACTO (encargado en obra y/o operador)					
NUMERO CELULAR					
OBSERVACIONES (Si requiere un permiso para ingresar, por favor informar los requisitos para autorizar el ingreso del					
DATOS DE QUIEN SOLICITA					
Nombre del Solicitante					
celular :					
C.C:					
ATENCION					
<ul style="list-style-type: none"> • Garantía sólo cubre defectos en la materia prima o su elaboración (mano de obra) por un periodo fijo estipulado por cada fabricante. • Garantía no cubre gastos incidentales como transporte, tiempo muerto, gastos de viaje entre otros. • Garantía no cubre daños causados, en parte o en su totalidad, por negligencia o mal uso incluyendo, pero no limitado a la instalación, aplicación contraria a las normas de trabajo y propósito de los equipo, operación a velocidades o carga contraria a las especificaciones publicadas, falta de mantenimiento (lubricación y engrase) y ajustes requeridos, accidentes, almacenamiento inadecuado, desgaste normal de sellos, cojinetes, tornillos, tuercas, mangueras, conexiones, empaques, dientes, cuchillas, etc., y otras piezas de desgaste. • Garantía se anula automáticamente si el producto es reparado o modificado localmente sin previa autorización de electromofase. • Garantía se anula si las componentes selladas (motores y bombas hidráulicas, válvulas de control, cilindros hidráulicos, etc., son desarmadas, reparadas o modificadas sin previa autorización del electromofase. • Es responsabilidad de electromofase y de administraciones, leer la póliza de garantía una vez diligenciado en su totalidad enviar por mail a: electromofase@gmail.com 					

Anexo 4. Formato de diagnóstico del equipo

	DIAGNOSTICO EQUIPOS DE BOMBEO												
	MANTENIMIENTO						AGUA POTABLE						
	B1	B2	B3	B4	B5	B6		B1	B2	B3	B4	B5	B6
CARGADOR AIRE							REEE/ GUARDAMOTOR						
MEMBRANA (BOLSA)							BOMBILLO DE CONTROL						
PRESOSTATO DE PRESION							FLOTADOR ELECTRICO						
INDICADOR DE PRESION							FLOTADOR MECANICO						
EMPAQUETADURA BOMBA							FUSIBLES/ MIBREAKERS						
SELLO MECANICO							VALVULAS DE CIERRE						
RODAMIENTO MOTOR							CHEQUES						
AMPERAJE MOTOR							VALVULAS DE PIE						
VOLTAJE RED							ESTADO DE PINTURA						
CONTACTOR							COMPROBACION VENTILADOR						
CICLO PRENDIDO Y APAGADO													
Hi press _____ Hidroflow _____ Marca de la bomba _____ Hp _____ Fugas si _____ No _____ Marca del tablero _____ N° _____ Tanques hidroacumuladores presion de trabajo On _____ Off _____ Capacidad de tanques hidro _____													
Concepto tecnico:													

Anexo 5. Posibles problemas y soluciones en equipos de bombeo.



Problemas y Soluciones		
Síntoma	Causa probable	Posible solución
El motor no arranca	No coincide el tipo de conexión interna de la bomba con el de la conexión a la red. (p. Ej. Se suministra energía monofásica a un motor trifásico).	Verificar las conexiones eléctricas
	Fusibles quemados.	Reemplazar fusibles.
	Cables en mal estado.	Reparar o reemplazar el cable.
	Eje del motor atascado.	Reemplazar rodamiento.
	Impulsor atascado.	Gire el eje con un destornillador desde el lado de la tapa del ventilador hasta que el eje gire suavemente o desarme la bomba y límpiela internamente.
	Estator (bobinado) quemado.	Reemplazar el bobinado o rebobinar motor.
La bomba funciona pero el caudal no es suficiente	Sentido de giro del motor incorrecto	Invierta los dos cables de corriente en la conexión (motores trifásicos)
	la bomba y la tubería de succión no están totalmente llenas de agua	Llene completamente la tubería de succión y cear la bomba de agua acorde con el manual de uso y mantenimiento de la bomba, el aire debe ser evacuado completamente de la línea de succión.
	El impulsor esta dañado	Sustituya el impulsor
	Fuga de agua en la succión	Corrija las fallas por fugas hidráulicas aplicando cinta teflón a uniones o aplicando pegamento correctamente.
	Nivel de agua del tanque de succión bajo	Cargue el tanque de suministro de agua a un nivel optimo, para la succión de agua de manera eficiente.
	Obstrucción por solidos en la tubería o la bomba de agua	Limpie adecuadamente la boca toma de agua y tubería de succión antes del arranque de la bomba.
Presión de la bomba insuficiente	La bomba seleccionada no es la adecuada	Sustituya la bomba hidráulica
	La longitud de entrada de la bomba es demasiado larga o cuenta con bastantes accesorios en la tubería de succión.	Elimine los tramos de longitud en la succión de la bomba superiores a 4 metros de longitud, elimine accesorios innecesarios.
	Obstrucción por solidos en la tubería o la bomba de agua	Limpie adecuadamente la boca toma de agua y tubería de succión antes del arranque de la bomba.
Motor trabaja de forma intermitente y tiene recalentamiento	Impulsor atascado	Desarme la bomba y limpie intermitentemente
	Conexión a tierra deficientes, cables en mal estado o bornes de conexión inadecuados	Chequee las conexiones eléctricas, trate de disminuir la longitud de las conexión, corrija si es necesario la longitud del cable por uno mas grueso y asegúrese que la ventilación del sitio sea adecuada.
	Voltaje de conexión de la bomba inferior al indicado por el motor eléctrico	Chequee el voltaje de alimentación que sea el necesario de la bomba.
Goteo entre el cuerpo de la bomba y el motor	Fuga de líquido entre el cuerpo de la bomba y el motor	Sustituya el sello mecánico.
Ruido anormal	Rodamientos desgastados	Sustituya rodamientos.
	Impulsor suelto o obstrucción por cuerpos extraños adentro	Ajuste el impulsor, limpie la voluta si es necesario.
	Flujo excesivo	Ajuste el flujo con la válvula de la línea de descarga hasta llevar la bomba al punto de mayor eficiencia.