



Descripción y ejecución del proceso de mantenimiento correctivo para las bombas
centrifugas envoladizas OH1 en los talleres de mantenimiento de la refinería de
Barrancabermeja

Modalidad: Práctica Empresarial

German Alonso Cala Gutierrez
C.C. 1098750437

Unidades Tecnológicas de Santander
Facultad de ingenierías y ciencias naturales
Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico Industrial
Barrancabermeja 12-08-2020



Descripción y ejecución del proceso de mantenimiento correctivo para las bombas
centrifugas envoladizas OH1 en los talleres de mantenimiento de la refinería de
Barrancabermeja

Modalidad: Práctica Empresarial

German Alonso Cala Gutierrez C.C. 1098750437

Informe de práctica para optar al título de
Tecnólogo en operación y Mantenimiento Electromecánico industrial

Director

Marcos Duarte

Julio Alberto Diaz Sierra
Ingeniero de confiabilidad
Grupo de investigación – SIGLA

Unidades Tecnológicas de Santander
Facultad de ingenierías y ciencias naturales
Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico Industrial
Barrancabermeja 12-08-2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

Aprobado

Firma del Evaluador



Firma del Director

DEDICATORIA

Dedicó el desarrollo de esta práctica a todas las personas que creyeron en mí, mis tíos, abuelos y a mis padres, Germán cala barajas y Yamile Gutiérrez, por el apoyo económico, espiritual y emocional para todo el período académico y de aprendizaje en la tecnología de la uts y el consejo y sugerencias para el desenvolvimiento en el taller de mecánica y la elaboración de este informe de la practica

AGRADECIMIENTOS

Agradezco Al Tutor asignado ingeniero julio Díaz Sierra por brindarme las recomendaciones para el desempeño de la práctica y las explicaciones de cómo funcionan las plantas y y los equipos de la refinería, por la capacitación brindada por los integrantes del taller de mecánica sobre el uso de los instrumentos de calibración y medición, al líder del taller Carlos Garcés por la explicación de los riesgos inmersos en esa zona, a la señora Mireya Páez por la capacitación en seguridad ocupacional y salud en el trabajo

Gratitud y aprecio a los docentes de la UTS por la formación brindada, al seguimiento del instructor Marcos Duarte en el desarrollo del informe de grado y también agradezco a mis abuelos, Luis Rondón y Cielo Gutierrez por el apoyo en el desarrollo de esta práctica y último semestre académico bastante tedioso por la crisis por la pandemia, pero con fe y esmero se pudo desarrollar hacia delante

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>9</u>
<u>1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD</u>	<u>11</u>
<u>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</u>	<u>12</u>
2.1 Descripción de la problemática	12
2.2 Justificación de la Práctica	13
2.3 Objetivos	14
2.3.1 Objetivo General	14
2.3.2 Objetivos Específicos	14
2.4 Antecedentes de la Empresa.....	15
<u>3. MARCO REFERENCIAL</u>	<u>17</u>
3.1 Marco Teórico.....	17
3.2 Marco Conceptual	28
3.3 Marco Legal	33
<u>4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA.....</u>	<u>35</u>
<u>5. RESULTADOS.....</u>	<u>63</u>
<u>6. CONCLUSIONES</u>	<u>66</u>
<u>7. RECOMENDACIONES</u>	<u>67</u>
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>68</u>

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Postura empaque	21
Figura 2. Apriete tuerca seguridad	24
Figura 3. Asegure al banco	27
Figura 4. bomba OH1 en voladiza.....	33
Figura 5. Holguras.....	36
Figura 6. Holguras medidas P256A.....	37
Figura 7. Taller mecánica.....	38
Figura 8. Punto de tornillería	41
Figura 9. Extractor rodamientos	42
Figura 10. Hidráulica del sistema	43
Figura 11. Transporte de hidrocarburo.....	44
Figura 12. Anclando bomba al banco.....	45
Figura 13. Puente grúa.....	46
Figura 14. Desarmando bomba	48
Figura 15. Partes de la bomba	49
Figura 16. Rotor	50
Figura 17. Cuerpo y cabezote	50
Figura 18. Bomba p4112.....	52
Figura 19. Partes de la bomba p4112A.....	53
Figura 20. Prueba hidrostática	55
Figura 21. Toma de medidas	56

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Referencias de las OH	31
Tabla 2. Riesgos y controles en taller de mecánica	39
Tabla 3. Resultados de diagnósticos de fallas de rodamientos.....	64

INTRODUCCIÓN

En la actual industria petrolera donde hay una demanda variable de sus refinados según las aperturas y cierres de sectores económicos debido a la pandemia del covid19, la refinería No puede parar pues es un generador de energía que fabrica los combustibles para los vehículos de todos los gremios del país que mueven sus mercancías para el sustento económico de la nación, esta Planeación de las horas de trabajo del recurso humano y las máquinas de como bajar la producción a media marcha de lo habitual representa una organización mesurada en la administración del mantenimiento, por eso cuando se presentan fallas intempestivas los efectos que tienen son muy severos,

Una forma eficiente de planear las paradas de planta y sus costos consistiría en hacer una planeación del monitoreo de medidas y variables de mantenimiento, donde se busca en las metas técnicas reforzar los mantenimientos de tipo predictivo ya que con una buena trazabilidad de las variables medidas se puede estimar muy cerca el tiempo medio entre fallas, por consiguiente se hará una planeación eficiente del mantenimiento correctivo buscando que el tiempo de ejecución del mismo sea el más corto posible y con un kit de repuestos ya previamente identificados esperando en el almacén para las reparaciones; Lo grande que abarca el mantenimiento ha logrado consolidar el oficio de "gestor de mantenimiento" que sería el organizador de cómo y cuándo intervenir la máquina, él que planea los tiempos adecuados de cuando sacar el equipo de servicio, para que otro lo reemplace sin afectar la producción.

Adicional en esta sustentación se experimenta y ejecuta el plan de mantenimiento correctivo a las bombas de la refinería, y ver cómo ha sostenido la megafactoría en sus 98 años de trayectoria, buscando aumentar la calidad de las reparaciones ya sea en el material de los repuestos, sellos mecánicos, cambios por piezas nuevas, balanceo

adecuado y pruebas hidrostáticas para volver a poner en marcha, donde invirtiendo en la calidad de la reparación y stock de repuestos se puede agilizar los tiempos de entrega y aumentar el tiempo medio entre fallas(TMEF) de los equipos, mejorando la competitividad en los mercados internacionales y seguir produciendo estabilidad energética al país

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD

La Empresa colombiana del petróleo es una empresa Estatal del estado colombiano dividida en varias filiales, llamadas en conjunto como "grupo empresarial Ecopetrol" es una Sociedad de Economía Mixta de carácter comercial, del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía; su domicilio principal será la ciudad de Bogotá, D. C. tiene el respaldo jurídico para poner sus acciones en venta a personas naturales o jurídicas, pero la nación conservará el 80% los mismos para conservar la legitimidad de propiedad del estado colombiano

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Descripción de la problemática

En la refinería los desplazamientos de los fluidos son realizados en su mayoría por bombas centrífugas, Entre ellas están las bombas envoladizas OH1. Las primeras de este tipo que se encuentran en la fase de producción están ubicadas en la planta topping 250 entre esas, está la P256A que reciben el crudo de los campos de producción almacenados en los tanques de casa de bombas y desplaza estos fluidos hacia las torres de destilación para fragmentar el crudo en diferentes productos, entre las principales causas de las fallas de este tipo de bombas OH1 se encuentra la cavitación por no garantizar el NPSH requerido para su operación, ingreso de aire a través de los sellos, desalineación, contaminación del fluido y poca lubricación.

Adicional los regímenes para sacar el equipo de la producción y enviarlo a mantenimiento se guían con una trazabilidad llamada “tiempo límite entre fallas” con esto se busca que la producción se mantenga constante a cambio de sacrificar la vida útil de ciertos accesorios y partes que se pueden reemplazar con muy poca inversión de dinero comparado con las pérdidas económicas de parar la bomba y la refinación, estos mantenimientos límites programados buscan respetar las partes más cruciales de la bomba como su impulsor, cabezote y su cuerpo.

Si estas bombas no se le hacen ese mantenimiento periódico traerá dificultad en sus parámetros ideales de funcionamiento como Consumir excesiva potencia eléctrica, exceso de vibración, sobrecalentamiento, sus rodamientos duraran poco, no desarrollara presión, su caudal enviado será insuficiente, falla prematura de sellos; todas estas consecuencias traerán dificultad en las operaciones produciendo perdidas a la producción, pueden generar compras de bombas nuevas por reemplazo de otras

destruidas por los efectos mencionados, atrasos en los proyectos de confiabilidad operativa, surgirán paradas en otras plantas que interconectan productos para el correcto funcionamiento de ambas, pueden afectar a terceras empresas que dependen de las materias primas que se producen en los refinados, puede afectar la seguridad de los operadores aumentando las condiciones para surgir más peligros mecánicos, teniendo en cuenta todo esto.

¿se pueden mejorar los procesos de reparación, a través de la elaboración de eficaces métodos de mantenimiento correctivo con el objetivo de aumentar el “tiempo medio límite entre fallas” y disminuir las secuelas que produce el deterioro de las bombas?

2.2 Justificación de la Práctica

Dentro de estas bombas centrifugas envoladizas OH1, La bomba P256A es importante en la planta donde está ubicada por la carga de fluido que desplaza. Actualmente en este 1 semestre 2020 la topping 250, se encuentra en una parada de planta por mantenimientos, esta bomba es de gran importancia ya que transporta crudo manteniendo una producción diaria bombeada de 1800 barriles por día.

Adicional hay otra bomba que recibe parte de este producto y alimenta la planta de etileno para su refinación que es la P4112A, esta presenta escape de producto por los sellos primarios y es de gran importancia hacerle mantenimiento a esta para garantizar el funcionamiento de esta planta.

Hacerles reparación a las bombas OH1 servirá para comprobar la eficacia del método de mantenimiento del Taller de mecánica, Ejecutando sus procedimientos y analizando sus resultados para encontrar mejoras a dicha rutina de mantenimiento correctivo.

Y el mantenerse en servicio la bomba ahorrara costos al área de confiabilidad de equipo rotativo evitando comprar una nueva bomba, se preservarán condiciones laborales más seguras para los operadores.

Adicional me Permitirá consolidar habilidades aprendidas en todo el trayecto de la formación académica y poder sustentar esta práctica empresarial me permitirá obtener el título de Tecnólogo en operación y Mantenimiento Electromecánico Industrial

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Desarrollar el plan de mantenimiento correctivo de las bombas centrifugas envoladizas OH1 a través de la ejecución de la rutina de mantenimiento elaborada en los talleres de mecánica de la refinería de Barrancabermeja para verificar la eficacia de los métodos y la precisión técnica de sus procedimientos.

2.3.2 Objetivos Específicos

Identificar los parámetros correctos de metrología, desarmado y ensamblaje de partes y mecanismos de la rutina de mantenimiento de las bombas centrifugas OH1.

Ejecutar la rutina de mantenimiento correctivo y reemplazo de partes y componentes por otros que cumplan con los requerimientos de la demanda de trabajo de la bomba en planta cumpliendo con condiciones ideales de funcionamiento.

Evaluar las posibles causas de las averías y los efectos que tendrían, buscando prevenirlas con métodos de mantenimiento seguros gestionando las mejores formas de realizar los procesos.

2.4 Antecedentes de la Empresa

La reversión al Estado Colombiano de la Concesión De Mares, el 25 de agosto de 1951, dio origen a la Empresa Colombiana de Petróleos. La naciente empresa asumió los activos revertidos de la Tropical Oil Company que en 1921 inició la actividad petrolera en Colombia con la puesta en producción del Campo La Cira-Infantas en el Valle Medio del Río Magdalena, localizado a unos 300 kilómetros al nororiente de Bogotá. Ecopetrol emprendió actividades en la cadena del petróleo como una Empresa Industrial y Comercial del Estado, encargada de administrar el recurso hidrocarburífero de la nación, y creció en la medida en que otras concesiones revirtieron e incorporó su operación. En 1961 asumió el manejo directo de la refinería de Barrancabermeja. Trece años después compró la Refinería de Cartagena, construida por Intercol en 1956. En 1970 adoptó su primer estatuto orgánico que ratificó su naturaleza de empresa industrial y comercial del Estado, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, cuya vigilancia fiscal es ejercida por la Contraloría General de la República. La empresa funciona como sociedad de naturaleza mercantil, dedicada al ejercicio de las actividades propias de la industria y el comercio del petróleo y sus afines, conforme a las reglas del derecho privado y a las normas contenidas en sus estatutos, salvo excepciones consagradas en la ley (Decreto 1209 de 1994). En septiembre de 1983 se produjo la mejor noticia para la historia de Ecopetrol y una de las mejores para Colombia: el descubrimiento del Campo Caño Limón, en asocio con OXY, un yacimiento con reservas estimadas en 1.100 millones de millones de barriles. Gracias a este campo, la Empresa inició una nueva era y en el año de 1986 Colombia volvió a ser en un país exportador de petróleo. En los años noventa Colombia prolongó su autosuficiencia petrolera, con el descubrimiento de los gigantes Cusiana y Cupiagua, en el Piedemonte LLanero, en asocio con la British Petroleum Company. En 2003 el gobierno colombiano reestructuró la Empresa Colombiana de Petróleos, con el objetivo de internacionalizarla y hacerla más competitiva en el marco de la industria mundial de hidrocarburos.

Con la expedición del Decreto 1760 del 26 de Junio de 2003 modificó la estructura orgánica de la Empresa Colombiana de Petróleos y la convirtió en Ecopetrol S.A., una sociedad pública por acciones, ciento por ciento estatal, vinculada al Ministerio de Minas y Energía y regida por sus estatutos protocolizados en la Escritura Pública número 4832 del 31 de octubre de 2005, otorgada en la Notaría Segunda del Circuito Notarial de Bogotá D.C., y aclarada por la Escritura Pública número 5773 del 23 de diciembre de 2005. Con la transformación de la Empresa Colombiana de Petróleos en la nueva Ecopetrol S.A., la Compañía se liberó de las funciones de Estado como administrador del recurso petrolero y para realizar esta función fue creada La ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos). Actualmente, Ecopetrol S.A. es la empresa más grande del país con una utilidad neta de \$15,4 billones registrada en 2011 y la principal compañía petrolera en Colombia. Por su tamaño, pertenece al grupo de las 40 petroleras más grandes del mundo y es una de las cuatro principales de Latinoamérica.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 Marco Teórico

Plan de mantenimiento correctivo

Plan 1 de cambio rodamientos

Desmonte el conjunto de rodamientos de la caja de forma horizontal por el extremo acople.

Si tiene anillos de lubricación a medida que va desplazando el eje hacia fuera retire los anillos con un destornillador.

Los rodamientos sólo serán cambiados si así lo amerita el plan de mantenimiento.

Ubica el conjunto eje- rodamiento en una prensa con mordazas de bronce para evitar rayaduras.

Doble la lengüeta de la araña de seguridad usando un cincel de uñas.

Separe de la ranura de la tuerca de seguridad para poder sacarla.

La tuerca de seguridad presionándola en sentido antihorario.

Ubique el conjunto eje-rodamiento y uso un extractor de rodamientos para sacarlos.

Se debe verificar el tipo de lubricación en planta para saber si es Niebla pura o purga para la instalación de deflectores y anillos de lubricación si aplica, Monte los deflectores de los anillos de lubricación en el eje con un ajuste deslizante.

Ajuste los dos prisioneros sujetadores espaciados a 90 grados uno del otro en los deflectores de los anillos de lubricación.

Ajuste los deflectores axialmente y compruebe que no exista desplazamiento.

Si hay desplazamiento se sugiere ratificar la rosca y cambio de prisionero.

Plan 2 de instalación del impulsor con sugerencias del fabricante

La rosca donde se aloja el prisionero se debe rectificar.

En el montaje del impulsor se debe ajustar el tornillo o tuerca el impulsor aplicando el torque recomendado.

Plan 3 de desarme del rotor

Monte el rotor en la prensa envolviéndolo en un papel suave para evitar marcas por las mordazas de la prensa.

Teniendo en cuenta el sentir el impulsor use una copa y palanca para soltar el tornillo o tuerca que asegura el impulsor, retire la arandela de fijación si la hay use una eslinga de 1/2 media tonelada en el impulsor y sujeto a alguna ayuda mecánica para su extracción.

Retire el impulsor del eje con cuidado retire la cuña del impulsor con un alicate o hombre-solo, retire la camisa de sello libere el conjunto restante de la prensa y gire para posterior desmontaje de la manzana de acople y deflectores.

Plan 4: de montaje de rodamientos

Se verifica los dos últimos dígitos de los rodamientos axiales debido a que corresponden a la tuerca de fijación y a la arandela de retención a utilizar.

Compruebe que la referencia del rodamiento axial y radial a instalar corresponda con el requerido.

Verifique la referencia de la tuerca de fijación y arandela de retención para los rodamientos axiales a montar.

Monte en la prensa el eje, e instale la manzana de acople y posicione la cuña de la manzana de acople en el cuñero del eje.

Instale la manzana de acople con un ajuste deslizante, apriete los prisioneros y empuje la manzana de acople axialmente y compruebe que no exista desplazamiento, se procede a hacer lo mismo con los anillos de lubricación.

Sí aplica, instale el anillo de lubricación radial.

Preparé el equipo inducción magnética para calentar rodamientos compruebe el diámetro interno del rodamiento con el diámetro del eje, ubique el rotor en una superficie plana de forma vertical apoyado por la manzana de acople procurar no calentar los rodamientos por encima de 110 grados Celsius ponga el rodamiento radial dentro de la barra del calentador y ajuste la barra en los dos soportes.

Verifique la numeración del rodamiento mantenga esta referencia hacia arriba, retire la termocupla y el rodamiento del calentador

E instale el rodamiento radial desplazando La pista interna hasta el contacto del hombro de eje lado impulsor.

Deja enfriar a temperatura ambiente el rotor para continuar con el proceso de armado.

Inserte el eje en el lado impulsor como apoyo a la instalación del anillo de lubricación y de los rodamientos axiales de tal forma que quede en forma vertical.

Retire el impulsor del eje con cuidado retire la cuña del impulsor con un alicate, retire la camisa de sello libere el conjunto restante de la prensa y gire para posterior desmontaje de la manzana de acople y deflectores.

Suelten los dos prisioneros de la manzana de acople golpeando suavemente con un Mazo de fibra.

Instale el rodamiento axial desplazando la pista interna hasta el tope del hombro del hombre del eje.

Dejé enfriar el rodamiento a temperatura ambiente para la instalación del segundo rodamiento axial, haciéndolo de la misma manera.

Una vez montados introduzca el seguro de fijación manualmente hasta la cara de la pista interior de rodamiento alojado en el cuñero.

Rosca la tuerca de seguridad en el sentido horario y apriete manualmente.

Para los rodamientos que van apareados la Tuerca de seguridad se ajusta de forma que las pistas exteriores de los rodamientos se han ajustado entre sí y no giran

independientemente, pero si deben permitir que gire libremente Y de forma manual Las pistas exteriores respecto a las interiores, no aplica para los rodamientos ANR/C3.

Ajuste una de las lengüetas de la arandela de fijación hacia abajo en una de las ranuras de la tuerca de seguridad en la que coincida.

Introduzca el eje en la caja de rodamientos hasta que la pista interna del rodamiento axial, haga contacto con la pestaña de la cara interna de la caja de rodamientos y la pista Exterior de rodamiento axial mida la Distancia entre la tapa axial y la pestaña de la tapa.

El dato de la medición de la profundidad de la caja con la pista externa del rodamiento, se resta al dato de la pestaña de la tapa axial, esta diferencia entre las dos es el espesor del empaque a construir, deje una tolerancia de 0,001 a 0,003 pulgadas.

Siempre se debe dejar holgura entre ambas para evitar sobrecargas al rodamiento y evitar escapes de aceite.

Monte el empaque en la tapa axial acomode el retorno de aceite como punto de referencia en la parte inferior de la tapa.

Figura 1. Postura empaque



Fuente: (Ecopetrol, 2002, pág. 11)

Plan 5: Verificación del juego axial del rotor

se monta el reloj indicador perpendicular al eje, se ejerce una fuerza axial sobre el eje en el extremo del lado impulsor hasta que los rodamientos hagan contacto con la pestaña de la tapa.

Colocamos la aguja en el valor de 0, Se hace fuerza en dirección contraria sobre el eje en la punta dónde va alojado el impulsor hasta que la balineras axiales hagan contacto en la caja de rodamientos.

El juego total axial según estándar El fabricante está entre 0,025 a 0,075 o 0,001 a 0,003 pulgadas.

Para lograr este juego axial se consigue aumentando o reduciendo el espesor del empaque de la tapa axial.

Plan 6: Verificación del Rut-out en el eje donde se aloja el sello mecánico

Inspección el eje para que no tenga golpes o Abolladuras.

Se monta Indicador de carátula en la caja de rodamientos.

Se gira libremente el eje 360 grados y en cada cuadrante de 90 grados se registra lectura del indicador.

El valor máximo permisible es 0,075 mm o 0.003 pulgadas.

Plan 7: verificación del juego radial del eje

Se ejerce fuerza vertical abajo y hacia arriba varias veces y se registra el valor con el reloj indicador, el juego radial máximo permitido es 0,075mm o 0,003" verifique las condiciones del cabezote.

Rectifique las roscas que se encuentran en el con los machuelos correspondientes.

Verifique que todos los agujeros se encuentren despejados.

plan 8 control de anillos de desgastes, cara de cabezote y guía de sellos y anillos de desgaste del impulsor y manzana de acople.

Verifique el Run-out de la cara del cabezote, el valor máximo permitido es 0,005 y 0,13 mm Y el valor del Run-out permitida de la guía del anillo de desgaste del cabezote es de 0,15mm o 0,006 pulgadas y el valor del Run-out permitida de la cara del cabezote con la brida de sello es de 0,003 pulgadas.

Instale la manzana acople con un ajuste deslizante, apriete los dos tornillos prisioneros, y verifique que no exista desplazamiento.

Monté la cuña del impulsor del cuñero del eje, puse una eslinga de media tonelada en el impulsor y sujételo al puente grúa.

Monte el impulsor con un ajuste deslizante Hasta que haga contacto con el hombro del eje, el impulsor debe sobresalir 1/16" pulg. Para garantizar el apriete del conjunto.

Monte la arandela manualmente hasta que encaje en la cara del impulsor.

Monte y asegure una llave de cadena en la manzana de acople para evitar el giro del eje durante la manipulación del impulsor; Apriete el prisionero, de la tuerca de seguridad con una llave Allen.

Figura 2. Apriete tuerca seguridad



Fuente: (Ecopetrol, 2002, pág. 22)

Plan 9: instale el sello tipo cartucho

Inspección es el diámetro interior de la camisa contra el diámetro del eje.

Deposite lubricante en el eje donde se posiciona el sello mecánico manipule el sello y presione y deslícelo de forma segura hasta que haga contacto y posicione y Compare el plano del sello y ajuste según corresponda comprobando que coincidan con las marcas de desarmado.

Limpie la superficie en la que sea montar al empaque, lubrique los 4 espárragos usando antiengarrotante en el extremo a roscar en el cabezote.

Ajuste los espárragos para posicionar el sello mecánico, levante con ayuda mecánica el cabezote y posicione en los orificios del cuerpo.

Verifique que el empaque en el sello mecánico cumpla: Posición, centrado, aristas, tipo de material según la temperatura de trabajo, lubricación y altura.

Monté la tornillería que sujeta el cabezote a la caja de rodamientos y apliqué torque controlado, Permita que el empaque sobresalga aproximadamente de la junta 0,64 cm, 1/4" en cualquier superficie de contacto que esté en intersección y apreté la brida según el torque controlado recomendado se monta el espaciador que se posiciona en el buje de restricción para disminuir presión y flujo hacia el sello mecánico, Apriete los prisioneros del collarín una llave Allen, Retire las arandelas espaciadoras y si la bomba trabaja con el sello del tipo de camisa enganchada se procede de esta manera repita el Plan de 8 al 11.

Este paso instalación del sello tipo No cartucho es para bombas de caja abierta, no aplica para cajas de bomba cerrada o acampanada.

Conserve el empaque de la brida de sello mecánico según el tipo: espirotalico, teflón, grasa siliconada.

Limpia el eje, camisa y aplique lubricante compatible con el producto que maneja la bomba y los sellos secundarios.

La brida del sello debe estar dirigida de acuerdo al plano del sello vista desde el motor, según marca de desarme inicial en brida y cabezote o posición de trabajo en planta o plano de sello de fabricante Montaje el sello, dos formas, sobre el eje cuando el ensamble del sello no tiene camisa o sobre la camisa.

Instale el cabezote en la caja rodamientos, posicione la camisa el sello en él, aplicando azul de prusia, traslade la referencia del frente de la caja sobre la camisa.

Monte en ensamble sello en la camita o eje, la brida del sello al cabezote garantiza la distancia de trabajo del sello mecánico.

Monte provisionalmente la brida del sello lo más cerca de la caja de rodamientos.

Instale la cabeza del sello en la camisa o eje de la bomba según estándar de la bomba.

Apriete los tornillos del cabezote y asegure contra la caja de rodamientos.

Deslice la brida y apriete las tuercas de los espárragos sujetando la brida del sello y dando tensión optima.

Posicione la caja de rodamientos en forma horizontal prénsela cruzando la cadena por la parte superior roscando la tuerca en el espárrago con una llave mixta.

Si aplica fábrica el empaque de 1/32 de la tapa radial, Monte la tapa radial en la caja de rodamientos mete los tornillos manualmente El run-out en eje en el lado impulsor, el valor máximo permisible es 0,004 pulgadas o 0,10 mm.

Verifique el juego radial del eje en el impulsor, el valor máximo permitido es 0,003 pulgadas.

Plan 10 Instale el cabezote y el impulsor para verificar calibraciones de armado

Sujeta el cabezote usando una eslinga sintética de 1/2 tonelada y asegúrela al Puente grúa, si no tiene el agujero roscado para la instalación del tornillo ojo, use los dos agujeros superiores.

Figura 3. Asegure al banco



Fuente: (Ecopetrol, 2002, pág. 38)

Guíe el cabezote y posicione frente al eje.

Monte el cabezote en la guía de la caja de rodamientos.

Inserte y apriete los tornillos que unen la caja de rodamientos con el cabezote usando un patrón en Cruz.

Verifique el run.out del anillo del impulsor del lado cuerpo, el valor máximo permitido es 0,13 mm o 0,005 pulg.

Verifique el centro de la descarga del impulsor con la descarga del cuerpo de la bomba
Posicione una escuadra en la cara del impulsor y mida con un flexómetro desde un punto de referencia al centro del impulsor, Registra la medida en la cara del cabezote al centro de la descarga del impulsor en el formato.

Mida con un flexómetro desde un punto de referencia al centro del perfil hidráulico de la bomba y acomódelo lo más centrado posible con el cuerpo de la bomba.

Compruebe el run-out de la manzana del acople.

El valor máximo es 0,075 mm o 0,003 pulg.

Movilice con el puente grúa el cuerpo de la bomba y sujétalo con mínimo 3 espárragos, proceda a ensamblar el cuerpo de la bomba con la caja de rodamientos y/o la parte restante y luego a proceda al apriete de los tornillos.

3.2 Marco Conceptual

Bomba centrífugas: son equipos hidráulicos que convierten un trabajo mecánico en hidráulico sus partes constructivas son, - Un impulsor formado por un conjunto de alabes de diversas simetrías y cantidades de ellos, que rotan dentro de un carcasa circular, el impulsor va acoplado íntegramente al eje y es la pieza móvil de la bomba, el fluido a desplazar choca axialmente con la línea de succión Hasta el centro del impulsor que es manipulado por un motor Sometiendo el fluido a un cambio de dirección, dirigiéndolo de forma radial como es el caso de las bombas centrífugas, o siendo axial constante en las axiales, procesando un trabajo y recibiendo una aceleración.

Impulsor o rodete: Los álabes del rodete fuerzan a las partículas del fluido, a un desplazamiento muy intenso, siendo lanzadas hacia la línea descarga por acción de la fuerza centrífuga, por tal motivo aumenta la presión en el impulsor según la distancia al eje.

La elevación del fluido es el resultado de la diferencia de presión entre el fluido y el impulsor sometido al movimiento de rotación, en la voluta se convierte parte de la energía dinámica recibida por el impulsor en energía de presión.

Carcasa voluta: Está diseñada en forma de caracol con el propósito que la distancia entre ella y el impulsor sea mínima en la parte superior, la distancia va creciendo buscando conseguir que el fluido se encuentre frente a la línea de succión, está voluta también es

un convertidor de energía, ya que reduce la velocidad y transforma esa energía dinámica formada por el impulsor energía de presión, subiendo la presión del líquido a medida que la distancia entre el impulsor y la carcasa aumenta.

Mantenimiento correctivo: Es la intervención integra de muchos componentes de la máquina para corregir, rectificar y/o subsanar una falla que se presentó dentro de sus componentes que generalmente se interceptan entre sí para hacer un trabajo, pero por deterioro de sus partes o mala operación se ha roto esa sincronización y engrane de piezas, por lo que se procede a hacer un cambio de partes, verificación de insumos de lubricación y refrigeración para volverla a poner en marcha con normalidad.

Empaques o junta mecánica o estanqueidad: Son unas figuras adaptables a la geometría de las caras mecanizadas hechas de un material especial, según el producto que van a sellar y evitar fugas, estas van a hacer un sello hermético para evitar que partículas de externas ingresen a la bomba, juntas permiten reducir posibles fallos que existan en mecanizado porque a la hora de acoplar las juntas con las piezas ayudan a disminuir defectos de fabricación En la mayoría de las bombas, los empaques pueden ser reemplazados sin necesidad de abrir la bomba.

Los sellos mecánicos: se inventaron para competir con las empaquetaduras, con grandes ventajas como la casi inexistencia de fugas, la reducción de fricción y disminuye el rozamiento que evita el deterioro del eje y la resultante pérdida potencia, la reducción en costos de mantenimiento, y la posibilidad de trabajar a altas presiones; Para escoger el sello adecuado hay que conocer los siguientes criterios: Velocidad de giro del eje, propiedades físicas del fluido, interacción de partículas abrasivos, temperatura, presión y diámetro.

Alineación: consiste en que dos ejes puedan tener la misma orientación simétrica axial y radial comparados de frente uno al otro, entre más estén alineados menos pérdida de

potencia tendrá la bomba, La mala alineación puede causar el rápido desgaste, el ruido, la vibración y los daños. La alineación de la bomba y del accionador (motor, turbina, etc.) deberá ratificarse cuando se monte la bomba y siempre que la bomba se desarme y vuelva a armarse. La alineación puede comprobarse con indicadores de caratula, o dispositivos de proximidad, o como se describe en los siguientes procedimientos utilizando una regla y láminas de calibración.

Norma API 610

- a. Para conocer la **nomenclatura** (código OH1, OH2, BB1, etc) de una bomba según la configuración de la norma API 610, se utiliza la clasificación de la **Tabla 1**, y la descripción ilustrada posteriormente.
- b. Para conocer la **“Clase del material” (I-1, I-2, S-1, etc)** de las **partes** de una bomba **según su servicio**, se utiliza la clasificación de la **Tabla 2**.
- c. Para conocer el **material** recomendado por la norma API 610 para cada parte de la bomba según la **“Clase del material”** (dependiendo del tipo de servicio, especificada en el punto anterior) se utiliza la descripción de la **Tabla 3**.
- d. Para conocer las **especificaciones** según la norma ISO y la norma ASTM según el tipo de material, especificado por el tipo de servicio, se utiliza la clasificación y descripción de la **Tabla 4**.

Tabla 1.

Referencias de las OH

				Montada en el pie	OH1
Bombas Centrifugas	En voladizo	Con acople flexible	Horizontal	Soportada sobre la línea central	OH2
			Vertical en línea con el soporte del rodamiento		OH3
		Con acople rígido	Vertical en línea		OH4
		Con acople estrecho	Vertical en línea Engranajes de alta velocidad integrados		OH5 OH6

Fuente: (Norma API610, Pag. 19, 2010)

NPSH

Se le conoce como Carga neta de aspiración o NPSH (del inglés "net positive suction head") a la diferencia entre la presión de succión y la presión de saturación del líquido a desplazar. ambas expresadas en metros, Dado que el líquido por el interior de la bomba puede pasar por zonas estrechas y válvulas que produzcan más pérdidas de carga antes de llegar a las partes móviles que comunican la energía, los fabricantes de las bombas proporcionan "NPSH requerido", característica de la misma y función del diseño de la bomba.

El NPSH requerido: es el valor en que la presión absoluta, en el punto de succión de la bomba, debe exceder a la presión de vapor del líquido. Por tanto, para que una bomba funcione correctamente sin riesgos de cavitación, el NPSH disponible del sistema habrá de ser mayor que el NPSH requerido de la bomba ($NPSH_{disponible} > NPSH_{requerido}$), teniendo que tomar en ambos la cota de la bomba como origen de energías potenciales.

NPSH requerido: Es la altura total de succión absoluta que es superior a la altura de presión de vapor del fluido en las condiciones de trabajo de la bomba en el plano próximo

de referencia NPSH, este NPSH está en función del sistema de tuberías por el que se interconectan la bomba con el sistema.

En voladizo OH1: bomba tipo OH1

Las bombas en voladizo **montadas con pie de apoyo**, y de una etapa, son designadas como tipo de bomba OH1.

Figura 4. bomba OH1 en voladiza



Fuente: (Norma API 610)

Cavitación: Este fenómeno es una vaporización del fluido ser causada en las zonas en las que la presión absoluta es muy baja a la cual sigue una rápida condensación, haciendo que las burbujas que surgen se colapsen causando micro chorros a presiones altas que deterioran las partes mecánicas giratorias como el impulsor.

Run-out: es un significado de la desviación de las piezas mecánicas rotativas en las que la herramienta o el eje no gira exactamente en línea centrada con el eje principal, sino que presenta abultamientos o hendiduras.

TIR: llamada “lectura total de indicador” es la diferencia a las mediciones máximas y mínimas, evidenciando con promedios su cantidad de desviación como su redondez, cilindridad, concentricidad y características similares, habitualmente es un indicador tipo cuadrante los más avanzados como digitales.

3.3 Marco Legal

Ley 9 de 1979, esta ley señala las normas sanitarias para la prevención y control de los agentes biológicos, físicos o químicos que perturban las condiciones del ambiente exterior de las edificaciones hasta hacerlo peligroso para la salud humana.

Ley 1118 DE 2006, de 27 de diciembre, se modifica la naturaleza jurídica de Ecopetrol S. A.

se constituye como una Sociedad de Economía Mixta de carácter comercial, del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía;

Decreto Ley 1295 de 1994, organización y administración de los riesgos profesionales en el País.

Ley 1010 de 2006, se manifiesta lo que se puede deducir como Acoso Laboral.

Ley 776 de 2002, Por la cual se dictan normas sobre la organización, administración y prestaciones del Sistema General de Riesgos Profesionales.

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Semana 1 a 4: Revisión bibliográfica y consulta de normas API del uso de bombas centrífugas

se procede a hacer la lecturas y estudios de los manuales e instructivos del taller para Aprender los procedimientos de reparaciones y complementar la información técnica aprendiendo con el estándar del mantenimiento de bombas centrífugas según la norma Api 610 del Instituto Americano del petróleo.

Leer y Reconocer manuales del taller sobre los parámetros ideales de ajuste de las partes de las bombas.

diámetro de impulsor: 330,04 mm, holguras, ideales, etc el Run-out de la cara del cabezote, el valor máximo permitido es 0,005 y 0,13 mm y el valor del Run-out permitida de la guía del anillo de desgaste del cabezote es de 0,15mm o 0,006 pulgadas.

Y el valor del Run-out permitida de la cara del cabezote con la brida de sello es de 0,003 pulgadas.

Figura 5. Holguras

Item	Punto de Calibración	Criterio	Dibujo	Área/Punto	Calibración		Tolerancia		
					Punto 1	Punto 2			
43	Verificar holgura entre el buje de restricción y eje o camisa o manzana del impulsor (Ø exterior).	Ver Tabla No 7 para definir holguras.		Ø Int Buje	Desajuste	115.80	115.80	0.60 mm	
						Ø Exterior	115.20		115.20
						Holgura	0.60 mm		
				Ø Int Buje	Ajuste	115.80	115.80		
						Ø Exterior	115.20		
						Holgura	0.60 mm		
44	Verificar holgura entre el rodamiento radial y la caja de rodamiento.	Ø 90 - 120 mm 0.010 hasta +0.037 Ø 130 - 150 mm 0.010 hasta +0.043 Ø 160 - 180 mm 0.010 hasta +0.050		Ø Int Caja	Desajuste	140.03	140.03	0.03 mm	
						Ø Ext Rodamiento	140.00		140.00
						Holgura	0.03 mm		
				Ø Int Caja	Ajuste	140.03	140.03		
						Ø Ext Rodamiento	140.00		140.00
						Holgura	0.03 mm		
45	Verificar holgura entre el (los) rodamiento axial y la caja de rodamiento.	Ø 90 - 120 mm 0.010 hasta +0.037 Ø 130 - 150 mm 0.010 hasta +0.043 Ø 160 - 180 mm 0.010 hasta +0.050		Ø Int Caja	Desajuste	150.03	150.03	0.03 mm	
						Ø Ext Rodamiento	150.00		150.00
						Holgura	0.03 mm		
				Ø Int Caja	Ajuste	150.03	150.03		
						Ø Ext Rodamiento	150.00		150.00
						Holgura	0.03 mm		
46	Verificar ajuste entre el rodamiento radial y el eje	Ø 35 - 50 mm -0.002 hasta -0.025 Ø 55 - 80 mm -0.002 hasta -0.030 Ø 85 - 120 mm -0.003 hasta -0.038		Ø Ext Eje	Desajuste	80.01	80.01	0.01 mm	
						Ø Int Rodamiento	80.00		80.00
						Ajuste	0.01 mm		
				Ø Ext Eje	Ajuste	80.01	80.01		
						Ø Int Rodamiento	80.00		80.00
						Ajuste	0.01 mm		
47	Verificar ajuste entre el (los) rodamiento axial y el eje	Ø 35 - 50 mm -0.002 hasta -0.025 Ø 55 - 80 mm -0.002 hasta -0.030 Ø 85 - 120 mm -0.003 hasta -0.038		Ø Ext Eje	Desajuste	69.99	69.99	0.01 mm	
						Ø Int Rodamiento	70.00		70.00
						Ajuste	0.01 mm		
				Ø Ext Eje	Ajuste	70.01	70.01		
						Ø Int Rodamiento	70.00		70.00
						Ajuste	0.01 mm		

Fuente: Autor

Figura 6. Holguras medidas P256A

			Área/Punto	Punto 1	Punto 2	SI/NO	VALOR	
38	Verificar holgura entre las guías de la cuerpo y cabezote (Observar influencia temperatura)	Holgura (mm) (Hasta Ø 457,2mm) +0.025 hasta +0.127mm (Por encima de Ø 457,2mm) +0.075 hasta +0.20mm		Ø Casing	329.70	320.20		
				Ø Cabezote	329.60	329.80		
				Holgura	0.10 / 0.90 mm			
				Ø Casing	329.70	320		
				Ø Cabezote				
				Holgura				
39	Verificar holgura entre las guías del cabezote y caja de rodamientos (Observar influencia temperatura)	Holgura (mm) (Hasta Ø 457,2mm) +0.025 hasta +0.127mm (Por encima de Ø 457,2mm) +0.075 hasta +0.20mm		Ø Caja	210.62	210.60		
				Ø Cabezote	210.08	210.70		
				Holgura	0.54 / 0.50 mm			
				Ø Caja	210.84	210.84		
				Ø Cabezote	210.80	210.80		
				Holgura	0.04 mm			
40	Verificar holgura entre las guías del cabezote y lina del sello mecánico (Observar influencia temperatura)	Holgura (mm) = 250°F +0.05 hasta 0.075 mm > 250°F +0.05 hasta 0.18 mm		Ø Sello	119.80			
				Ø Cabezote	120.70	120.70		
				Holgura	.40 mm			
				Ø Sello	119.90	119.90		
				Ø Cabezote	120.20	120.20		
				Holgura	0.40 mm			
41	Verificar holgura entre el anillo del cuerpo y anillo del impulsor (Observar influencia temperatura)	Ver Tabla No. 6 para definir holguras		Ø Anillo Cuerpo	115.76	115.90		
				Ø Anillo Impulsor	115.03	115.03		
				Holgura	0.80 mm			
				Ø Anillo Cuerpo	115.76	115.90		
				Ø Anillo Impulsor	115.03	115.03		
				Holgura	0.73 / 87			
	Verificar holgura entre el anillo del cabezote y anillo del impulsor	Ver Tabla No. 6 para definir holguras		Ø Anillo Cabezote	115.70	115.95		
				Ø Anillo Impulsor				
				Holgura	0.25 / 2.60			
				Ø Anillo Cabezote	115.80	115.80		
				Ø Anillo Impulsor	115.70	115.15		
				Holgura	0.70 / 65			

Fuente: Autor

Semana 2 a 8: Observación de las condiciones locativas de cómo se encuentra el taller de mecánica distribuido en las diferentes áreas de trabajo, zonas de sellos, balanceo, maquinas-herramientas, ensamblaje de equipos.

Figura 7. Taller mecánica



Fuente: Autor

Cuándo Ingresamos al taller de mecánica al lado izquierdo se encuentra la zona de lavado y limpieza del óxido de partes en frente de esta está ubicada la zona de mecánica de campo o ensamblaje de piezas qué consiste en la reparación y armado de las piezas mecánicas y bombas.

Al lado de ésta se encuentran la zona de balanceo de Los rotores mecánicos, donde se le reducen ciertas masas esmerilando el eje en ciertos partes de su cuerpo para que sea distribuido y equilibrado su centro de gravedad cuando está rotando el eje.

Volviendo a ubicarnos en la entrada principal.

En la parte derecha se encuentra las oficinas y sala de reuniones donde se administra el mantenimiento y la producción de piezas para reparaciones.

Al lado derecho de las oficinas se encuentran la zona de mecanizado de máquinas y herramientas donde se encuentran Tornos, fresadoras, alesadoras, sierras mecánicas, etc.

Y en la parte del fondo del taller se encuentra el taller de sellos y empaques, donde se reparan los sellos para evitar las fugas de los fluidos cuando están en marcha los equipos en planta.

Semana 2 a 8: Socialización de los peligros y riesgos involucrados en las tareas que se hacen en el taller.

Tabla 2.

Riesgos y controles en taller de mecánica

Peligro	Riesgo	Controles
Equipos a presión	liberación brusca de presión, sobrepresiones, explosiones ,ruptura de tuberías, fugas de gases inflamables	Protegerse mediante barreras o guardas, no estar personal sin autorización en el área
Puente grúa	izaje de cargas, puente de grúa en movimiento, caídas de objetos, aplastamiento	Se deben publicar y suspender los trabajos que se Ejecutan en la línea de fuego del izaje de la carga, señalar el área donde se labora
Área de lavado	caída a nivel del piso	Usar letreros de aviso cuando el piso se encuentre mojado, Al reembolsar limpiadores líquidos se deben etiquetar los envases
Esmeril	Laceraciones, atrapamiento con partes de movimiento	uso de protector visual, uso de guantes, uso de guardas de seguridad, mantener el área libre de Viruta
Transitar por áreas del taller	ATRAPAMIENTOS DE EQUIPOS EN MOVIMIENTO, GOLPES ETC, caídas a nivel del piso	el personal certificado puede operar los diferentes equipos de montacargas que se encuentran dentro del taller, por las zonas permitidas,
Alto Ruido	STRESS AUDITIVO, pérdida auditiva	Retroalimentar «sobre hacer pausas fuera del área para descansar del sonido y el protector, Verificar el uso

Peligro	Riesgo	Controles
altas temperaturas	golpe de calor	protección auditiva y en buen estado. Disponer de ventilación mecánica (ventiladores. Extractores) e hidratación
Equipos de oxicorte	escape de gas, caída de de cilindros, contacto con piezas a temperaturas altas	identificar piezas, accesorios o líneas a altas temperaturas y señalar, disponer de ventilación mecánica. demarcar el área de trabajo.
Presencia de material particulado en el ambiente	CONTACTO - INHALACION - - CUERPO EXTRAÑO EN OJOS	Cerciorarse del uso obligatorio de gafas de seguridad. En caso de contacto en ojos no frotarse con las manos sucias, utilizar el lava ojos de emergencias e informar al jefe del área
Energia electrica	CONTACTO DIRECTO, EXPOSICION A ARCO ELECTRICO	Verificar Que las instalaciones eléctricas provisionales cumplan con la norma de seguridad Garantizar la aplicación de SAES(sistema aislamiento eléctrico seguro) y disposición e procedimiento de Intervención a sistemas eléctrico

Semana 2 al 8 Identificación del estado de las herramientas de ajuste manuales y mecánicas como extractor de rodamientos, puente grúas, hyster, estibadoras.

Figura 8. Punto de tornillería



Fuente: Autor

Punto de TORNILLERIA, espárragos y tuercas y lavado de ojos de emergencia.

Control del puente grúa necesita reparación en la parada, revisar válvulas que pueden estar tapadas por suciedad y hacer limpieza de ductos general, para óptimo funcionamiento.

Figura 9. Extractor rodamientos



Fuente: Autor

Extractor de rodamientos en buen estado, se sugiere limpieza y engrase de partes móviles y verificación de la sujeción de la tornillería de las piezas y posible adaptación de una prensa para sujetar el eje si llegase a ser muy pesado y dejar más despejada el área a intervenir como correr la mesa que está cerca de ella, para más comodidad a la hora de extraer los rodamientos para cambios por unos nuevos.

Semana 2 a 16 Capacitación en la rutina de reparación asignándonos los instructivos de mantenimientos para leerlos de las diferentes máquinas que llegan al taller.

Figura 11. Transporte de hidrocarburo



Fuente: (Ecopetrol, 2020, curso 15)

Semana 2 a 8: Seleccionar las mejores herramientas y condiciones seguras de movilización y anclaje de la bomba en el puesto de trabajo.

Figura 12. Anclando bomba al banco



Fuente: Autor

Figura 13. Puente grúa



Fuente: (internet, 2019, figura 4)

Hay puentes grúas de 10 y 20 ton y varias diferenciales en cada banco de trabajo donde están los tornos.

A la hora de hacer toma de medidas se comprueba la calibración del instrumento revisando el patrón de medida adecuado a usar, para asegurarse que este no introduzca ninguna desviación a la medida real.

**Establecer los parámetros y variables operativas ideales de la bomba para que
 Tenga Gran Rendimiento de trabajo en Planta**

BOMBA Centrifuga OH1 P256A

Modelo: 1.5 HPX13A

Serial: 12HE0397

Capacidad en galones por minuto: 88 gpm

Cabeza de succión: 485 ft

Gravedad específica de servicio: 0,722

Potencia: 34,4 HP

Revoluciones por minuto: 3600

Máxima presión: 535 psi

Presión de descarga (en planta): 150 psi

Presión de succión (en planta): 15 psi

Presión de prueba o test hidrostático: 900,3 psi

ubicación de la bomba en planta: topping 250

fluido a bombear: gasóleo

Tipo de rodamiento axial: 6216-c3

Rodamiento radial: 7314-BECBM

temperatura de trabajo: 665 f.

semana 2 a 9: Mantenimiento y reemplazo de partes y componentes

Figura 14. Desarmando bomba



Fuente: Autor

Figura 15. Partes de la bomba



Fuente: Autor

Posee

A: Manzana de Acople

B: Plato de Restricción

C: Deflector

D: Tapa del lado axial, con sello de Laberinto

E: Disipador o enfriador de la caja de rodamientos

F: Tuerca que asegura el impulsor al eje

Figura 16. Rotor



Fuente: Autor

Se cambian los rodamientos por otros nuevos.

Se procede a Armar al Rotor para hacerle el Balanceo dinámico.

Figura 17. Cuerpo y cabezote



Fuente: Autor

mantenimientos y características

Se le instala un sello de cartucho con diámetro interno de 330 mm.

Diámetro externo: 360 mm.

Hace La succión por un solo lado.

Tiene un tabique que hace que el flujo sea laminar.

Tiene agujeros de balanceo hidráulico para equilibrar fuerzas hidráulicas en la operación; sacando fluido hacia la succión para liberarle carga al impulsor.

Esta bomba no tiene anillos porque su sistema de lubricación es por Niebla pura.

Se Maquina la guía del cuerpo versus cabezote para recuperar cilíndrica.

Se Desbasta hasta conseguir un diámetro interno de 330,20 mm garantizando la concetricidad y línea.

segundo procedimiento

Aplicar soldadura para recuperar la guía del cabezote versus cuerpo.

Para consiguiente maquinar la Guía a un diámetro externo de 330,10 mm.

BOMBA SP4112A

Figura 18. Bomba p4112



Fuente: Autor

Condiciones adecuadas de operación

Fabricante: Worthington

Modelo: 6HD2

Servicio: Reflujo la torre de etileno

Serie: 1201366

Tamaño: 8x6

Etapas:1

Fluido que maneja: Etileno

Capacidad: 965 galones por minuto

Viscosidad: 0,07 API

Potencia: 100 HP

Velocidad(RPM): 3,550

Temperatura(f): -24

Presión de succión: 268 psi

Presión de descarga: 360 psi

Equipo impulsor: motor eléctrico

Figura 19. Partes de la bomba p4112A



Fuente: Autor

Problemática en la planta

Mientras se ejecutaba el proceso de puesta en marcha de la planta de etileno 2, se evidencia escape de producto por sellos primarios y se muestran pérdidas del etanol en

los sellos secundarios, por tal motivo fue necesario usar la P4112B para el arranque de la planta.

Últimos mantenimientos ejecutados

En abril del 2017, qué hace una reparación general del equipo, la cual influyó cambio de sellos, inspección de línea entre cajas, y cambio de cajas de rodamientos.

En mayo del 2008, se evidencia vibración excesiva a causa de desalineamiento.

Según el monitorio de vibraciones y se procede a una revisión de alineamiento en caliente.

Se hace un monitoreo para estimar el tiempo medio entre fallas del sistema, componentes y accesorios.

El tiempo calculado aproximadamente 2,53 meses.

Se ejecuta un cambio rodamientos axial y Radial, se procede hacer calibración de partes y ajustes adecuados de Holguras para garantizar buena sincronización de las partes en movimiento.

Evaluación de los procesos hechos, observando resultados de la bomba en la operación y la prueba hidrostática de la bomba.

Cómo analogía para probar la bomba, se tomará de referencia una turbina a la cual se le hacen las mismas medidas y similar procedimiento.

Figura 20. Prueba hidrostática



Fuente: Autor

Se conecta una línea de Entrada de energía en forma de vapor o líquido, para hacer girar el eje impulsor convirtiendo la energía cinética en energía de presión.

Figura 21. Toma de medidas



Fuente: Autor

Se toman medidas y se comprueban las revoluciones por minuto del eje motriz y se compara con los rangos adecuados donde debe girar el eje, si está Bien se asume que la entrada de energía es constante, que hay buen ensamblaje de las piezas mecánicas.

En la línea descarga se pone una brida ciega y se hace un cierre total en la descarga, con la bomba presurizada a 60 psi con agua y aire y se verifican todas las cavidades y uniones que no presenten fugas o escapes.

estimar las causas de las fallas y las consecuencias que desencadenan la bomba vibra en exceso.

Los dos ejes del motor y la bomba presentan desalineación; hay cavitación.

Dirección de rotación del motor al revés.

A la vez del Impulsor desgastados.

La bomba trabaja lejos del punto de buena eficiencia.

La tubería de succión tiene un diámetro pequeño según lo recomendado.

La brida de succión está desalineada con la línea de succión, cuando la bomba aspira el fluido; la bomba alcanza velocidades críticas; piezas que giran como el eje e impulsor, no han sido correctamente balanceadas y se pueden presentar fuerzas radiales negativas para la bomba.

No se respeta la holgura entre la lengüeta de la voluta y diámetro exterior del impulsor.

El Agujero donde se posiciona el impulsor, no es concéntrico con su diámetro exterior.

La bomba opera a muy bajo caudal; la pata coja se agudiza; las holguras son reducidas por la expansión térmica de la temperatura.

la bomba no Genera nada de presión.

El eje pueda estar pandeado o quebrado y la bomba no fue cebada antes de prenderla, impulsor roto o quebrado y/o tuberías de succión tapadas.

La bomba genera alguna presión, pero no levanta flujo.

velocidad y/o rotación del motor equivocada.

El sistema demanda más presión de lo que la bomba puede entregar.

La cabeza de succión disponible(NPSH) es muy bajo, comparado con el necesario para la bomba a ese flujo.

Diámetro del impulsor muy pequeño para su trabajo, pudo ser mal cálculo o error en el mecanizado.

Puede haber obstrucciones en la línea de succión.

Válvula de cheque o pie atascada.

Filtros sucios.

Bolsas de aire en las tuberías.

Recubrimientos desgastados de las líneas, tubos y/o accesorios aplastados.

La bomba Genera menos Caudal de lo Señalado.

Causas:

Recirculación del líquido a través de los anillos de desgaste.

Fugas del fluido a través de la empaquetadura que pudo ser puesta floja o en mala posición; las propiedades del líquido han cambiado como la viscosidad por contaminación y hace un decaimiento en la impulsión de la bomba;

Insuficiente velocidad del motor.

La presión requerida por el sistema para el flujo deseado, es menor a la presión que genera la bomba.

Instrumentos de medición como manómetros mal calibrados y/o instalados; válvula de pie dañada.

Cuando la bomba es encendida en la operación, antes de arrancar, hay ingreso de aire o vapor por la línea de succión o no se elimina completamente el aire, antes de ponerla en marcha.

rodete o voluta parcialmente obstaculizado.

alavés del impulsor erosionado o deteriorado.

El impulsor mal montado en la bomba, sin tener en cuenta las holguras requeridas.

La cantidad de fluido en el tanque no cumple con el nivel originalmente señalado.

Hay desalineación entre el eje del motor y el eje de la bomba.

Puede haber fricción y contacto entre partes estáticas y rotativas.

Muy apretado el sello mecánico.

Deterioro de los rodamientos.

Se está usando un diámetro del impulsor sobredimensionado del necesario.

Se toman medidas electromecánicas y se evidencia que **la bomba consume mucha potencia.**

Causas

Mala conexión del motor eléctrico.

Altas revoluciones por minuto.

La densidad del fluido a desplazar es mayor para el criterio de selección de la bomba.

Gran tamaño del impulsor.

Rodamientos desgastados.

Exceso de lubricación en los rodamientos.

Eje torcido.

Rodete deteriorado o Montado al revés.

Impulsor o voluta intermitentemente obstaculizado que dificulta el giro.

Sello mecánico mal montado.

Al inicio de su operación trabaja bien la bomba, **pero su rendimiento se deteriora rápidamente.**

Causas

El fluido impulsado contiene grandes cantidades de aire.

Le ha ingresado aire a la línea de succión.

Mal diseño de la tubería y el tanque produciendo que en la succión el fluido atrape aire y deteriore el funcionamiento de la bomba.

Alineación sin tener cuenta la temperatura que afecta la dilatación de las piezas.

Los rodamientos presentan desgaste prematuro.

Causas

Ejes torcidos; encaje de los rodamientos no concéntricos; rodamientos tiene fisuras o están mal montados.

Partes que giran presentan deterioros por corrosión.

Los rodamientos presentan contaminación en el lubricante por la humedad o suciedad.

Desalineación entre los ejes del motor y bomba.

Excesivas cargas axiales y radiales no estimadas para compensar con el balanceo u otras formas.

6. RESULTADOS

Ejerciendo las labores del mantenimiento correctivo, se comprobó que es eficaz la rutina de reparaciones, ya que tiene su fundamento y prácticas en estándares internacionales y normas de la industria americana de petróleo (API), donde las holguras y tolerancias están dentro de los rangos señalados por esas directrices.

Adicional los resultados de las medidas, se hacen por un promedio de varias mediciones para alejarse del error e incertidumbre; estos datos sirven para evaluar parámetros ideales del correcto estado de los mecanismos que intervienen en el desempeño de la máquina, como la cilindridad, centrado, concentricidad, etc.

Adicional se encuentran a la hora del desarme de las bombas que hay piezas que se conservaron como los rodamientos (ver tabla 3) y sellos mecánicos por las buenas rutinas de mantenimiento preventivo como la lubricación en planta, como también hubieron piezas que sufrieron un desgaste notorio por llegar al tiempo medio entre fallas como los empaques espirotalicos u o-ring, o ese desgaste se aceleró porque las condiciones en planta cambiaron, pudiendo haber aumentado la cantidad de partículas contaminantes, aumentado la carga de trabajo o disminuido el npsH requerido, produciendo cavitación y daño en el impulsor y piezas vitales de la bomba.

Se evidencia que, en el taller, se cumplen adecuadas normas de seguridad, para garantizar la seguridad a sus trabajadores, por toda la demarcación y señalización en las áreas de trabajo, para que los operadores tengan como recordatorio que la seguridad es primero.

Se notifica por los operadores de planta que una vez las bombas reparadas y puestas en planta, trabajan de forma óptima y cumplen con la demanda del sistema, bombeando diariamente su capacidad ideal de trabajo, mostrando que el plan de mantenimiento es eficaz para mantener constante el buen estado de las máquinas de la refinería..

Tabla 3. Resultados de diagnósticos de fallas de rodamientos

Características	Influencias Del entorno			Cambios en el servicio			Lubricación			
	Polvo suciedad	Calor severo	Agua, humedad medios agresivos	Carga excesiva o insuficiente	Velocidad rotación elevadas	Vibración	Carencia de lubricante	Lubricante incorrecto y exceso		
Ruido inhabitual	X		X	X		X	X			
Comportamiento irregular	X		X			X		X		
Variación brusca de la temperatura		X		X	X		X	X		
Marcas De partículas extrañas	X									
Avería por fatiga	X	X		X			X			
Avería por deslizamiento				X			X			
Avería por calentamiento		X			X		X			
Avería por corrosión			X				X			
Estrías longitudinales por cuerpo rodantes				X						
Características	Montajes Del Rodamiento	Zonas dañadas Del rodamiento	Mal montaje o herramientas inadecuadas	Precarga superior, ajuste forzado	carencia de impieza	Mal Apoyo de los aros	Flexión del eje, falla de alineación	jaula	Superficie de Rodadura	Pestañas y caras de los rodillos
Ruido inhabitual	X	X	X	X						
Comportamiento irregular	X		X							

Características	Influencias Del entorno			Cambios en el servicio			Lubricación	
	Polvo suciedad	Calor severo	Agua, humedad medios agresivos	Carga excesiva o insuficiente	Velocidad rotación elevadas	Vibración	Carencia de lubricante	Lubricante incorrecto y exceso
Variación brusca de la temperatura		X			X			
Marcas de partículas extrañas			X				X	

Fuente: Autor

7. CONCLUSIONES

Se resalta de lo importante que es el mantenimiento correctivo, pues este es el mantenimiento más complejo, debido a que hay que restaurar a su desempeño óptimo, los mecanismos que sufrieron una perturbación por mala instalación, ajuste, operación, control, manutención, climas severos y sobrecargas de la máquina.

Mediante los resultados obtenidos, se pudo demostrar que los parámetros de mantenimiento en el taller, son eficaces debido a que tienen su fundamento en normas internacionales de gran calidad como la API610 y cuentan con varios instrumentos de medición y toma de muestras para alejarse del error y acercarse aún más al valor más exacto, para consiguiente hacer ajustes Y definir holguras y tolerancias adecuadas según directrices y recomendaciones del gremio, para que las piezas cuando engranen entre sí tengan la mejor sinergia y puedan hacer exitoso el desempeño de la bomba.

Se comprueba que los procedimientos operativos, no tienen alto riesgo sobre el personal porque cuentan con las barreras de control necesarias para mitigar los daños causados por una fuente de peligro previamente identificada y desviando su perjudicial pero no total efecto estando lejos de la línea de peligro o en manipulación segura sobre este.

Esta práctica ratificó mis conocimientos formados en el aula, y complementados de forma virtual a través de capacitaciones técnicas del gremio del petróleo permitiendo fortalecer los conceptos de mecánica, hidráulica, mecanismos y mantenimiento, creando una conciencia de Trabajo en equipo y percepción de los riesgos laborales dónde aprendí a identificarlos en el taller y poner barreras de protección en las labores encomendadas y futuras donde tenga que desempeñarme.

8. RECOMENDACIONES

Destaco la óptima capacitación brindada en la prevención de lesiones antes de iniciar labores manuales, para evitar accidentes de trabajo, y como sugerencia de posibles situaciones causantes de incidentes recomiendo hacer un traslado de la zona de lavado de ojos a un sitio donde no se transite mucho personal, debido a los derrames de agua en el suelo podrían causar deslizamientos y caída de personas.

Hacerle una limpieza al puente grúa, para un izaje más seguro.

Volver a recuperar y habilitar la zona del taller donde hacen pruebas hidrostáticas a las turbinas; hacer un mantenimiento preventivo a Los Buggis que movilizan personal del taller al resto de las instalaciones, si pudiera hacer una pasantía más adelante para futuras prácticas en la refinería, de otros estudios desearía que la administración pudieras darles más permisos a los practicantes de visitar más las plantas y conocer más procesos del funcionamiento de la refinería.

Por último, quiero Resaltar el acompañamiento y la actuación de los trabajadores y líderes del taller por su servicio y guía para las inquietudes y dudas de los procesos de las plantas y las formas de trabajar del taller, sus respuestas y permitirme trabajar en equipo con ustedes fue de gran utilidad de para mi carrera laboral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Crane and machine. (2019, octubre 14). POLIPASTOS ELECTRICOS DE CABLE ▷
Polipasto con carro motorizado. *Crane and Machinery*.
<https://www.gruasyaparejos.com/polipastos/polipastos-electricos-de-cable/>

Ecopetrol, M. (2002). Controles internos y de anillos de Desgastes y manzana de acople.
En *Instructivo de Mantenimiento de las bombas centrifugas envoladizas OH1* (p.
22).

Ecopetrol, M. (2002). Montaje de cabezote e impulsor. En *Instructivo de Mantenimiento
de las bombas centrifugas envoladizas OH1* (p. 38).

Ecopetrol, M. (2002). Montaje de Rodamientos. En *Instructivo de Mantenimiento de las
bombas centrifugas envoladizas OH1* (p. 11).

Ecopetrol. (s. f.). Portal Ecopetrol. recuperado del 16 de agosto de 2020, de
<https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/NuestraEmpresa/QuienesSomos/NuestraHistoria>

Industria americana del petroleo. (2010). NORMA API 610. Ed11.
<https://www.api.org/searchresults?page=610&pageSize=10>

Universidad, Ecopetrol. (s. f.). *Capacitacion Fluidos e hidraulica del sistema*.
<iris/portal/default.aspx>

Universidad, Ecopetrol. (s. f.). *Transporte de Hidrocarburos*. <iris/portal/default.aspx>