TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO

PROTOCOLO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN DE LOS CUARTOS DE CONTROL DE LA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA

AUTORES
WILVER FERLEY PICO HERNÁNDEZ
91046320

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECÁNICO
BARRANCABERMEJA, 08-04-2020

TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO

PROTOCOLO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN DE LOS CUARTOS DE CONTROL DE LA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA

AUTORES
WILVER FERLEY PICO HERNÁNDEZ
91046320

Trabajo de Grado para optar al título de
Tecnólogo en Operación y Mantenimiento Electromecánico

DIRECTOR
JUAN MANUEL BAYONA ARENAS

CODIRECTOR
LUÍS OMAR SARMIENTO ÁLVAREZ

GRUPO DE INVESTIGACIÓN – DIANOIA

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECÁNICO
BARRANCABERMEJA, 08-04-2020

Nota de Aceptación

APROBADO



Firma del Director



Firma del Jurado

DEDICATORIA

A mi madre Oliva, quien ha sido un ejemplo de trabajo y ejemplo permanente y a mi hija María José, quien me motiva a ser cada día mejor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios que me permite crecer cada día personal y profesionalmente

A la Empresa Proyectos y Servicios Ltda., por facilitar el espacio de práctica y la disposición del personal para aportar en la construcción del protocolo.

Al Ingeniero Juan Manuel Bayona Arenas por su oportuna y acertada asesoría y acompañamiento en este proceso de aprendizaje y construcción académica y formativa.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO **9**

INTRODUCCIÓN **10**

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN **11**
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **11**
1.2. JUSTIFICACIÓN **12**
1.3. OBJETIVOS **133**
1.3.1. OBJETIVO GENERAL 133
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 133
1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES **133**

2. MARCOS REFERENCIALES **166**
MARCO TEÓRICO **166**
2.1.1. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO 166
2.1.2. ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO ..... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**6
2.1.3. CICLO DE REFRIGERACIÓN 18
2.2. MARCO CONCEPTUAL **19**
2.3. MARCO LEGAL **19**
2.4. MARCO HISTORICO **20**
2.5. MARCO AMBIENTAL **221**

3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO **22**

3.1. EQUIPO TIPO PAQUETE CONDENSADO POR AGUA, CUARTO DE CONTROL CRAKING 3 23
3.1.1. NECESIDADES (N) DE MANTENIMIENTO.....24
3.1.1.1. NECESIDADES DE TIPO PREVENTIVO.....24
3.1.2. TAREAS PARA ATENDER LAS NECESIDADES DE MANTENIMIENTO 24
3.1.2.1. TAREAS DE MANTENIMIENTO TIPO PREVENTIVO..... ..24
3.2. EQUIPO TIPO SPLIT, CUARTO DE CONTROL ET 007.....25
3.2.1. NECESIDADES (N) DE MANTENIMIENTO..... 26
3.2.1.2. NECESIDADES DE TIPO PREVENTIVO.....26
3.2.2. TAREAS PARA ATENDER LAS NECESIDADES DE MANTENIMIENTO 27
3.2.2.1. TAREAS DE MANTENIMIENTO TIPO PREVENTIVO.....27
3.3. EQUIPO TIPO MOCHILA, CUARTO DE CONTROL CRAKING 3 27
3.3.1. NECESIDADES (N) DE MANTENIMIENTO.....28
3.3.1.1. NECESIDADES DE TIPO CORRECTIVO.....28
3.3.2. TAREAS PARA ATENDER LAS NECESIDADES DE MANTENIMIENTO 29
3.3.2.1. TAREAS DE MANTENIMIENTO TIPO CORRECTIVO.....29
3.4. EQUIPO TIPO PAQUETE, CUARTO DE COR EDIFICIO INTELIGENTE.....29
3.4.1. NECESIDADES (N) DE MANTENIMIENTO.....31
3.4.1.1. NECESIDADES DE TIPO CORRECTIVO.....31
3.4.2. TAREAS PARA ATENDER LAS NECESIDADES DE MANTENIMIENTO 31
3.4.2.1. TAREAS DE MANTENIMIENTO TIPO CORRECTIVO.....31

3.5. . PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO……33
3.6. PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO……34

4. RESULTADOS 35

5. CONCLUSIONES 376

6. RECOMENDACIONES 387

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 398

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. PROTOCOLO MANTENIMIENTO PREVENTIVO……..…33
Tabla 2. PROTOCOLO MANTENIMIENTO CORRECTIVO……..……...34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de Refrigeracion 18
Figura 2. Equipo tipo paquete condensado por agua 23
Figura 3. Tubería de entrada para la condensación..... 23
Figura 4. Condensadora, equipo tipo Split 25
Figura 5. Manejadora, equipo tipo Split 26
Figura 6. Tablero de control y fuerza electrica.....28
Figura 7. Equipo tipo paquete 30
Figura 8. Filtro y valvula de expansion de equipo tipo paquete 30
Figura 9. Compresor de equipo tipo paquete 30

RESUMEN EJECUTIVO

Se elaboró un protocolo a través del listado de tareas para el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de refrigeración de los cuartos de control de la Refinería de Barrancabermeja. La metodología corresponde a un estudio de tipo explicativo, que busca el por qué de los hechos, estableciendo relaciones de causa- efecto. El método inductivo permitió el análisis de los casos particulares, cuyos resultados son tomados para extraer conclusiones de carácter general. A partir de las observaciones sistemáticas de la realidad se descubrió la generalización de un hecho y una teoría.

En lo específico se empleó la observación y la experimentación y determinaron las generalidades de hechos que se repiten una y otra vez y que responden a la dinámica y necesidades de manteamiento preventivo y correctivo de los equipos y sistemas de refrigeración de los cuartos de control de la Refinería de Barrancabermeja.

El proyecto a través de la elaboración del protocolo tipo listado tareas se convirtió en una guía que promueve y facilite la conservación de los equipos con aplicación del mantenimiento preventivo correctivo, para optimizar recursos, evitar afectación a los procesos de producción general de la compañía y mejorar las condiciones de los colaboradores.

El protocolo tipo listado de tareas es el entregable final, junto al informe de práctica, contienen el paso a paso frente a las intervenciones que se requieran por mantenimiento preventivo y correctivo.

PALABRAS CLAVE. Mantenimiento, Preventivo, Correctivo, Sistemas de Refrigeración

INTRODUCCIÓN

La dinámica de recuperación económica que viene presentando la industria petrolera por el potencial geológico y las nuevas tecnologías de recobro mejorado que se han venido implementando, han permitido que se mantenga el buen ambiente de inversión en el sector (Benavides, 2018). El plan de modernización por fases de la Refinería de Barrancabermeja, exige suplir las necesidades de mantenimiento de sistemas a baja temperatura y la ejecución de programas de mantenimiento para funcionar en mejores condiciones de desempeño por una mayor cantidad de tiempo en los que se debe hacer su respectivo procedimiento de acuerdo a la normatividad, la cual trasciende hasta el recurso humano que va a operar los dispositivos

El objetivo principal del proyecto fue elaborar un protocolo a través del listado de tareas para determinar necesidades de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de refrigeración de los cuartos de control de la Refinería de Barrancabermeja, para lo cual se desarrolló un estudio explicativo, que buscó el porqué de los hechos, estableciendo relaciones de causa-efecto, y efectuando análisis de los datos recolectados para la construcción de matrices de comparación.

A través del método inductivo, se analizaron casos particulares, cuyos resultados fueron tomados para extraer conclusiones de carácter general. A partir de las observaciones sistemáticas de la realidad se descubrió la generalización de un hecho y una teoría. Se empleó la observación y la experimentación para llegar a las generalidades de hechos que se repiten una y otra vez.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA

Proyectos y Servicios Ltda. es líder en la prestación de servicios de calidad, dedicada al diseño, ingeniería, suministro, montaje, mantenimiento, automatización, control y medición en sistemas de refrigeración y aire acondicionado; teniendo como prioridad el cumplimiento de los requisitos y expectativas de los clientes, la empresa ha suscrito un contrato de servicio técnico de mantenimiento de los sistemas de refrigeración industrial de la Gerencia Refinería de Barrancabermeja de Ecopetrol S.A. el cual incluye los cuartos de control.

Según Salih O., (2000), el mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en, o se restablece a, un estado en el que pueda realizar las funciones designadas y en este sentido, el desarrollo de la operación general en Ecopetrol S.A. está ligado e integrado al correcto funcionamiento de los equipos de refrigeración de los cuartos de control, lo que necesariamente implica reducir problemas que puedan afectar la eficiencia de la planta, incrementar el coste de mantenimiento y limitar la vida útil de los equipos.

En dicho contexto, surge la siguiente pregunta problémica que orienta el desarrollo del proyecto: ¿Cuáles son las tareas que debe contener un protocolo para el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de refrigeración de los cuartos de control de la Refinería de Barrancabermeja?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La política de calidad de la empresa Proyectos y Servicios Ltda. se orienta al cumplimiento de los requisitos y expectativas de los clientes y grupos de interés, aplicando la legislación nacional e internacional vigente, innovando en nuevas tecnologías que buscan el mejoramiento continuo en las áreas de operación, fortaleciendo los equipos de trabajo especializado, con sentido de responsabilidad social, generación de valor, calidad del servicio, competitividad, mejoramiento continuo, eco-eficiencia, preservación de los recursos naturales y ambientales, generando un impacto social positivo en las áreas de operación.

En el contexto de calidad y para dar cumplimiento a la relación contractual aplicada a los cuartos de control, la empresa debe garantizar un sistema a temperatura menor que la de alrededores y mantenerlo constante con el fin de enfriar y conservar los equipos, elementos, substancias y condiciones laborales generales para las personas que las desempeñan.

Sostener las condiciones de refrigeración exige cumplir con las necesidades de mantenimiento de los sistemas a baja temperatura y en consecuencia ejecutar programas preventivos y correctivos para mejorar condiciones de desempeño por una mayor cantidad de tiempo.

La propuesta adquiere relevancia en cuanto permite unificar tareas en un protocolo que involucra al personal que opera los equipos, desarrollada bajo los parámetros de calidad de las normas NTC-ISO 9001:2008, NTC-ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007 para el mantenimiento de sistemas de aire acondicionado, ventilación mecánica y refrigeración.

La acreditación de calidad transversaliza los procesos y procedimientos ejecutados por el trabajador- estudiante y son garantía para el fortalecimiento de las relaciones institucionales entre las Unidades Tecnológicas de Santander, la empresa Proyectos y Servicios Ltda. y la incidencia que puedan tener en la satisfacción del cliente Ecopetrol S.A, adicional al fortalecimiento de la línea de investigación de Mantenimiento e Integridad de Equipos, con miras a futuros espacios de práctica y posibilidades laborales para los estudiantes.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un protocolo a través del listado de tareas para determinar necesidades de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de refrigeración de los cuartos de control de la Refinería de Barrancabermeja.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar necesidades de mantenimiento de tipo preventivo y correctivo a partir de la condición de funcionamiento de los equipos al momento de las pruebas, para mejorar la vida útil de los equipos.

2. Construir el listado de tareas que cubra las necesidades relacionadas con mantenimiento de sistemas de refrigeración del cuarto de control para optimizar la vida útil y conservación de los equipos y las condiciones laborales. A partir del listado se construye el protocolo.

3. Elaborar el protocolo tipo cartilla con listado de tareas específicas para el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de refrigeración.

1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES

En la revisión de antecedentes en Colombia, se han encontrado estudios académicos que muestran avances respecto al desarrollo del tema del mantenimiento en general y aplicado a los sistemas de refrigeración y que se relacionan con la propuesta de investigación así:

1.4.1 En la Universidad Industrial de Santander, en el desarrollo del estudio para el “programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica Industrias AVM S.A”, que describe la elaboración e implementación del programa de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos críticos que intervienen en el proceso de producción. Sierra (2004) refiere que la implementación del programa de mantenimiento preventivo en Industrias, tiene como propósito garantizar y dar credibilidad al sistema funcional de las máquinas y equipos al servicio de una planta de producción de una empresa requerida para dar cumplimiento a la política de calidad de las entidades.

Para una mejor intervención se realiza a cada equipo inspección, codificación, diagnostico, describiendo su funcionalidad, se elabora un modelo a seguir de mantenimiento preventivo para organizar y controlar los equipos, programando revisiones periódicas evaluando su

estado de criticidad y referenciando las partes de cambio para su reparación, y obtener una máquina en óptimas condiciones para cumplir su función.

1.4.2 Por su parte y en un contexto general, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA a través de la Dirección del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo, adelantó el estudio de "Caracterización Ocupacional del Mantenimiento" que fue el resultado de un esfuerzo conjunto de la Mesa Sectorial de mantenimiento y las empresas e Instituciones del Sector. El Fondo Nacional de Proyectos de Desarrollo contrató el estudio con la firma Soluciones Virtuales de Colombia Ltda. en colaboración del Centro Metalmecánico del SENA (2005), el objetivo básico fue establecer al personal formal y no formal a elaborar y/o actualizar componentes tecnológicos basados en lineamientos y directrices de mantenimiento.

Los resultados obtenidos dejan ver el avance en el concepto de mantenimiento involucrando la gerencia y distintas áreas. En este proceso se hace importante la parte informativa de administración ayudando a una idea más clara en el mantenimiento, incluyendo una serie de pasos haciendo importante la programación, adquisición, almacenamiento y reposición de repuestos y equipos.

- Cálculo de costos
- Tiempo real de trabajos
- Depreciación de equipos
- Funcionamiento de máquinas
- Toma de decisiones

1.4.3 En el "estudio del impacto generado sobre la cadena de valor a partir del diseño de una propuesta para la gestión del mantenimiento preventivo en la cantera Salitre Blanco de Aguilar Construcciones S.A", Basabe y Bejarano (2009) hallaron que a partir de la implementación de una propuesta para gestionar el mantenimiento preventivo, sin olvidar el correctivo; medido el impacto en reducción de costos asociados a la cadena, tiempos de proceso y volúmenes de producción, llegan a la conclusión que la documentación de los procesos de la compañía evidenció las posibles fallas por falta de información en el transcurso de las actividades diarias, no es suficiente documentar lo realizado sino también la gran parte dependerá de la generación efectiva del valor que rentabilice la compañía. La implementación del mantenimiento reduce en gran manera el deterioro de equipos y evita pasar a mantenimiento correctivo que se reducirán pero no se eliminaran, actuando de una manera proactiva en la mayoría de casos se podría evitar gastos mayores en los procesos.

1.4.4 En el estudio de "procedimientos de mantenimiento para sistemas de refrigeración en cuartos fríos", Rendón (2014) planteó la elaboración de un manual de refrigeración industrial que abarcara desde mantenimiento hasta reparaciones de todos los sistemas que

componen los equipos, que cubra los aspectos teóricos normativos y procedimientos que componen el proceso, dirigido hacia el personal que realiza la labor, mejorando la competitividad y ofreciendo un programa de calidad en el servicio.

Como metodología para crear un personal más eficiente se realizaran bancos de preguntas, talleres gráficos y capacitaciones. Con esto se crea un plan de mantenimiento en la refrigeración haciendo más fácil la forma de percibir para personal dedicado a este oficio, se concluye que es posible reducir costos gracias a la prevención oportuna aplicando el manual de mantenimiento al pie de la letra.

2. MARCOS REFERENCIALES

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

El objetivo del mantenimiento es conservar los servicios y funciones que los equipos ofrecen a los usuarios, realizando una serie de trabajos para corregir fallas que afectan el funcionamiento correcto de la máquina para el cual fueron asignados.

En lo posible toda máquina debería tener el menor número de intervenciones, debido a que los equipos modificados pueden presentar incompatibilidad al diseño inicial, esto no significa que las máquinas no tengan supervisión, se presentan tres pasos para seguir la operación

- Verificar la máquina y su función
- Revisar si hay una posible falla
- Evidenciar la máquina como un conjunto funcional

Con base en lo anterior se da paso al tipo de mantenimiento a proceder:

Mantenimiento preventivo, establece puntos de control en los cuales se debe realizar inspecciones, anticipándose a fallas en la maquinaria que ocasionen interrupciones en su funcionamiento operacional del equipo.

Mantenimiento correctivo, no anticipa a la posible falla y tiene que realizarse la reparación, el tipo de mantenimiento es costoso ya que requiere la parada de producción y el costo del correctivo, esto se genera cuando la falla es imprevista.

A medida que las compañías administren los mantenimientos preventivos reducirán en gran medida llegar hasta el correctivo, aunque no se eliminaran por completo pero si disminuirá los costos de procesos y esfuerzo que se generan cuando un equipo falla de forma imprevisible con la ayuda de otro factor importante en el mantenimiento que es el talento humano especializado enfocado a la prevención de fallas y productividad de la máquina (Villanueva, 2000).

2.1.2. ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La administración de una planta debe tener en cuenta la administración del mantenimiento, implementando un plan de acuerdo a las características y servicios requeridos, el programa se debe realizar de forma estructurada, es recomendable reconocer las máquinas que presentan mayor estado de criticidad hasta las de menor intervención teniendo en cuenta otros aspectos en el plan de mantenimiento; contemplar la importancia en el proceso

productivo, el tiempo de reparación y el impacto financieros que generan para la organización.
El plan de manteniendo no cuenta con un programa concreto, se realiza teniendo en cuenta las características, necesidades y funcionalidad de cada organización.

Los programas para realizar el mantenimiento preventivo según Dounce (1998) se dividen en:

1. Programas de visitas. Son guías que permiten conocer lugares, fechas y frecuencias de visitas planificado en un programa de mantenimiento que enfoque la funcionalidad de cada máquina.

2. Programas de inspecciones, pruebas y rutinas. Son reportes del chequeo comparados con una hoja guía que determina con datos suficientemente claros de la funcionalidad de las maquinarias para discernir las posibles fallas.

3. Programas de reconstrucción. Hacen referencia a los cambios periódicos de partes que se deben realizar a las máquinas por desgaste que indican su cambio.

Luego de tener claro hacia dónde va direccionado el mantenimiento, se organiza el trabajo y se delegan responsables de los procesos y equipos según convenga, facilitando las tareas de mantenimiento, teniendo en cuenta las políticas del programa, de acuerdo a los planes que se diseñen.

La ejecución y puesta en marcha de estos programas está dirigido a todo el personal involucrado permitiendo el compromiso con la gestión para obtener los resultados esperados.
En la etapa de control se debe contar con la ayuda de los operadores de las máquinas para complementar, se establecen reportes e informes del plan de mantenimiento.

La retroalimentación va acompañada de indicadores que muestran el desempeño de la gestión de mantenimiento de forma clara. Los programas de manteniendo tienen obstáculos en la parte administrativa, se debe seleccionar el mejor sistema para registrar donde estamos y para donde vamos, para evitar procedimientos complicados y tediosos, que permitan facilitar el registro de la información. Es preciso anotar la importancia del mantenimiento para las organizaciones en procesos de alto impacto apoyados por maquinaria pesada, aumento de confiabilidad, menos tiempos muertos, extender el uso de las máquinas y equipos, disminuir averías en la planta por causa de las mismas.

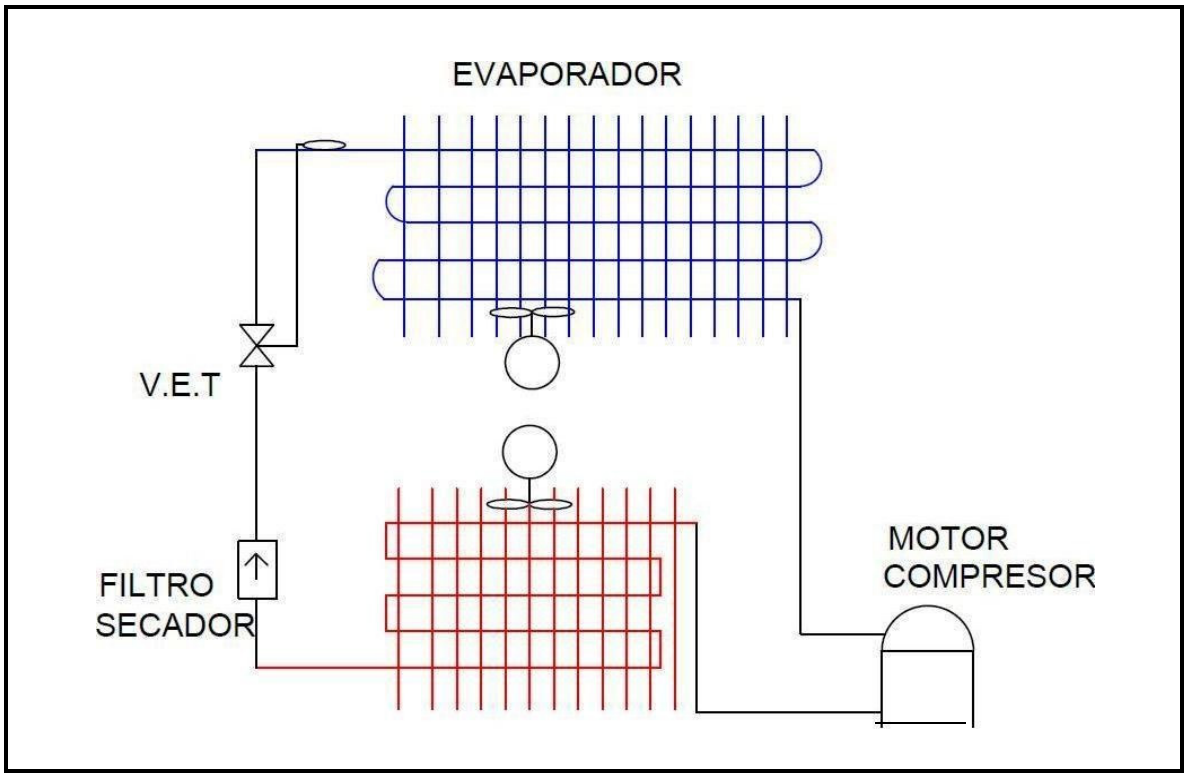
Otros beneficios del plan de mantenimiento preventivo es la disminución de existencias en el almacén, igualdad en la labores para el personal de mantenimiento y menor costo de reparación (Basabe y Bejarano, 2009).

2.1.3. CICLO DE REFRIGERACIÓN

La refrigeración está basada en la termodinámica, más dirigida hacia la segunda ley la cual determina ciclo térmico de dos adiabáticas y dos isotermas, frio y calor que cumplen los rendimientos en el ciclo de Carnot, se asocian con la entropía producida en el ciclo de refrigeración.
Los sistemas de enfriamiento cumplen un roll importante, la extracción de calor por los intercambios continuos de temperatura (Cengel & Boles, 2012).

El ciclo básico opera en el motor compresor que comprime el gas refrigerante en vapor líquido a alta presión por tubería de alta pasando por un filtro secador controlado por un presostato de alta, seguido de la válvula de expansión que baja la presión del sistema, el cual controla en flujo que por un pequeño orificio reduce la temperatura del refrigerante tubería de baja presión que sería la succión del compresor para empezar el ciclo de nuevo controlado por el pretostato de baja (Semarnat, 2006).

Figura Nº 1 Ciclo De Refrigeración



Fuente: Cengel & Boles (2012) Termodinámica

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Según Dounce (1978), el mantenimiento es definido como “serie de trabajos que hay que ejecutar en algún artefacto, lugar o método, a fin de conservar el servicio para el cual fue diseñado.” De acuerdo a la definición anterior, el mantenimiento se concibe para conservar los equipos y maquinarias que nos sirven para el desarrollo de actividades cotidianas.

Todos los artefactos necesitan de un mantenimiento en cualquier momento de su vida útil, por lo tanto, la función del mantenimiento es la de corregir posibles fallas que están ocasionando errores en la forma como funciona una determinada maquinaria cuando ha transcurrido un tiempo de uso considerable. Estas fallas se conciben como tiempos improductivos, en los cuales las maquinas dejan de funcionar, o simplemente en tiempos en los cuales la maquina funciona pero no lo hace correctamente.

El objetivo de la gestión del mantenimiento es conservar los servicios y la funcionalidad que la maquina ofrece a los usuarios.

Tipos de mantenimiento

Botero (1991) en el manual de mantenimiento, señala define el Mantenimiento Preventivo, como aquel que se efectúa antes de presentarse la falla en el equipo o componente, consiste en programar cambios periódicos de componentes en intervalos de tiempo o eventos regulares.

Este sistema se basa en el hecho de que las partes de un activo se gastan en forma desigual y es necesario prestarles servicio de manera racional, para garantizar **el** buen funcionamiento.

El objetivo del mantenimiento preventivo prospera al anticipar la falla del equipo, mediante revisiones frecuentes que se programan en el tiempo de trabajo. El personal técnico revisa los parámetros de funcionamiento y sustituye los elementos que están dentro del margen de vida útil o que se encuentran ya averiados, de este modo se reduce la probabilidad de fallas graves en el futuro.

El mantenimiento preventivo implica además, no sólo que el técnico realice revisiones periódicas, sino que lleve un registro de la máquina con datos de relevancia que ayudarán al departamento a tener un control de gastos. Señala el autor que “es primordial llevar una anotación de los costos del equipo, motivo que permite tomar decisiones objetivas en futuras reparaciones e incluso la sustitución del activo”.

Por su parte, el Mantenimiento Correctivo se presenta cuando las fallas del activo ya se han producido y es necesario corregir los defectos que se han presentado con el fin de regresarle a su estado habitual de servicio. (Botero 1991).

El mantenimiento correctivo es el mantenimiento de la reacción o de emergencia, pues inmediatamente un equipo o componente sufre una avería es requerida su intervención con urgencia para solucionar condiciones ya sea ambientales, problemas de seguridad o normativa de la empresa, etc. Este mantenimiento es generalmente el único que se realiza en las pequeñas empresas. Un alto porcentaje utilizan esta metodología y es la consecuencia del incremento en costos de repuestos, además se contabilizan los tiempos de parada y nueva puesta en operación.

Los protocolos de mantenimiento

El Instituto Renovetec De Ingeniería Del Mantenimiento (IRIM), una sociedad científica dedicada al estudio y análisis del mantenimiento de instalaciones industriales y de edificación, define que un protocolo de mantenimiento es un listado de tareas a realizar en un tipo concreto de equipo. La metodología basada en la determinación de las tareas que componen el plan de mantenimiento a partir de las recomendaciones de los fabricantes tiene algunas ventajas, como la sencillez a la hora de determinarlas, pero también graves inconvenientes.

En el protocolo de mantenimiento de un equipo tipo debe incluirse al menos la siguiente información para cada tarea incluida en el protocolo:

Especialidad del trabajo.
Frecuencia con la que debe realizarse.
Duración estimada de la realización de la tarea.
Necesidad de un permiso de trabajo especial.
Si el equipo debe estar parado o en marcha para la realización de la tarea.

2.3. MARCO LEGAL

En el Marco legal se analizan las Leyes y Normas que regulan la actividad del mantenimiento en el ámbito Nacional e Internacional. Como el mantenimiento ocupa una diversidad de áreas en cuanto a las actividades de las empresas se hace necesario determinar por sectores específicos de actividad la normatividad que los rige.
En el ámbito gubernamental, el tema del mantenimiento no es tratado en la Constitución Política de 1991 como planteamiento específico, se dan algunas orientaciones en lo que se refiere al estado y los servicios públicos en cuanto a disposiciones generales, manejos de residuos y otros conceptos de servicios.

En los Ministerios existen Decretos y Leyes específicas que se determinan para cierto tipo de actividades concretas. Existe un gran vacío al respecto, ya que las exigencias legales respecto al mantenimiento no son muy bien especificadas en la normatividad gubernamental.

Leyes y Normas generales

Constitución Política de 1991. Título XII. Del régimen económico de la hacienda pública. Capítulo 1. Artículos 334, 365, 366. Responsabilidad del Estado de asegurar la prestación eficiente de los servicios y velar por el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Marco Legal especifico

El marco legal bajo el cual trabaja la industria de la refrigeración se puede enmarcar en las normas de la Unidad Técnica Ozono (UTO) y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MMA) en cuanto a normatividad ambiental y las emitidas por el SENA para certificación de competencias laborales.

Normas de Calidad

NTC-ISO 9001:2008, NTC-OHSAS 18001:2007 y NTC-ISO 14001:2004 para preservar estándares en Calidad, seguridad y conservación del medio ambiente en los servicios ofrecidos, como son el Diseño, Montaje, y Mantenimiento de sistemas de Aire Acondicionado y Refrigeración, suministro de equipos y repuestos.

2.4. MARCO HISTORICO

Desde el principio de la humanidad, hasta finales del siglo XVII, las funciones de preservación y mantenimiento no tuvieron un gran desarrollo debido a la menor importancia que tenía la máquina con respecto a la mano de obra, ya que hasta 1880 el 90% del trabajo lo realizaba el hombre y la máquina solo hacía el 10%. La conservación que se proporcionaba a los recursos de las empresas era solo mantenimiento correctivo (las máquinas solo se reparaban en caso de paro o falla importante).

Con la 1ª guerra mundial, en 1914, las máquinas trabajaron a toda la capacidad y sin interrupciones, a partir de 1950 gracias a los estudios de fiabilidad se determinó que a una máquina en servicio siempre la integraban 2 factores: la máquina y el servicio que proporciona, surgiendo la idea de preservar, o sea, cuidar que este dentro de los parámetros de calidad deseada derivando en el principio del: el servicio se mantiene y el recurso se preserva, el cual dio inicio a la ingeniería de conservación por el año 1950.

.

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo hace ya varias décadas en base, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores. Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento acentúa la necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos (Dounce, 1989,).

2.5. MARCO AMBIENTAL

En los últimos años, la exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos sus aspectos, tanto de costos, como de calidad, como de cambio rápido de producto, conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica y ambiental.

.

En este contexto, para cumplir con los compromisos asumidos por Colombia frente al Protocolo de Montreal, la Unidad Técnica Ozono –UTO- del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial adelanta la ejecución del Plan Nacional de Eliminación –PNE buscando facilitar la eliminación paulatina del consumo de cerca de 800 toneladas de Sustancias Agotadoras de la capa de Ozono –SAO, que actualmente importa el país. El mantenimiento de los equipos de refrigeración y aire acondicionado es la actividad responsable de, aproximadamente, el 85 % del consumo actual de SAO en Colombia, del cual una fracción significativa es injustificado, resultado de la aplicación de malas prácticas, fugas y desperdicio en el uso de refrigerantes.

En el marco de implementación del PNE, el Proyecto de Certificación ha vinculado reconocidas certificadoras, entidades públicas y privadas de capacitación, empresas y talleres de mantenimiento y ha logrado la participación masiva de más de 4000 técnicos en todo el país dispuestos voluntariamente a certificar sus competencias laborales, verificando así el cumplimiento de las normas nacionales para realizar mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, especialmente aquellas relacionadas con las prácticas que aseguran la protección de la capa de ozono y la difusión de buenas prácticas ambientales entre las empresas, talleres y técnicos dedicados al mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, pretendiendo crear conciencia sobre el agotamiento de la capa de ozono y el cambio climático, problemas ambientales mundiales que exigen el compromiso y aporte de todos los actores involucrados para lograr soluciones conjuntas.

3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

El mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de refrigeración es esencial para alcanzar y extender las condiciones de funcionamiento más óptimas de maquinaria y sistema frio industrial y frío comercial, que en ocasiones ubicados en la intemperie por sus condiciones especiales, son vulnerables a cambios atmosféricos y situaciones externas de difícil control, que requiere limpieza, lubricación, inspecciones, ajustes menores, y otras acciones de mantenimiento planificadas, destinadas a prevenir las fallas de equipos. Implantar y realizar un seguimiento de mantenimiento preventivo y correcto en sistema de frío industrial y frío comercial tiene una repercusión muy grande en el ahorro energético y la vida útil de las máquinas.

Se elaboró un protocolo, que buscó el porqué de los hechos, estableciendo relaciones de causa-efecto, análisis de los datos recolectados y tareas realizadas para la construcción de un formato de control de mantenimiento de equipos.

A través del método inductivo se analizaron solo casos particulares, cuyos resultados fueron tomados para extraer conclusiones de carácter general. A partir de las observaciones sistemáticas de la realidad se descubrió la generalización de un hecho y una teoría. Se empleó la observación y la experimentación para llegar a las generalidades de hechos que se repiten una y otra vez.

Fases:

Fase 1. Se determinan los equipos de sistema refrigeración que requieren mantenimiento

Fase 2. Se observaron las necesidades (N) de mantenimiento de tipo preventivo y correctivo a partir de la condición de funcionamiento de los equipos.

Fase 3. Se construyó el listado de tareas (T) unificado a partir de las necesidades de mantenimiento y el análisis por ingeniera de métodos.

Fase 4. Se elaboró el protocolo con listado de tareas específicas para el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de refrigeración y se desarrolló el análisis de los datos recolectados para la construcción de una tabla de control de trabajos realizados.

Lugar de ejecución: Cuartos de Control de la Refinería de Barrancabermeja

En desarrollo de los objetivos, se procedió a establecer las necesidades de tipo preventivo y correctivo mediante el análisis de procedimientos, tiempos de ejecución y personal requerido y se determinó que las actividades se realizaban en desorden y repitiendo actividades. Las necesidades tomadas en el estudio fueron las siguientes:

3.1. EQUIPO TIPO PAQUETE CONDENSADO POR AGUA, CUARTO DE CONTROL CRAKING 3

Son equipo chiller de enfriamiento que trabajan por medio de agua o aire permitiendo tener cierta temperatura en diferentes procesos de la industria, se utiliza para enfriar el agua en sistemas de aire acondicionado, distribuyéndola por medio de tuberías hasta obtener el frío.
Ofrecen alta eficiencia, bajo ruido, tolerancia al líquido y una excelente confiabilidad. Nivel silencioso de operación utilizando tecnología que permite controlar la capacidad de los compresores display.

Figura 2. Equipo tipo paquete condensado por agua



Figura 3. Tubería de entrada para la condensación



3.1.1. *NECESIDADES (N) DE MANTENIMIENTO*

Las necesidades de estos equipos grandes se realizan por la revisión y evidencia de cada uno de los sistemas, determinando el tipo de mantenimiento que solicita la máquina.

3.1.1.1. Necesidades de tipo Preventivo

- Se realizó inspección visual y auditiva, presentando ruidos anormales.
- Se observó piezas para cambio por desgaste.
- Reporto mecanismos fuera de servicio y se informó al supervisor para suministro de elementos de bodega, este paso se realiza para determinar los repuestos menores que se necesite según sea el caso, y si es más agravado, programar mantenimiento correctivo

N. 1 Sistema Eléctrico

- Se evidenció relevos de control en mal estado (forzados).
- Señales de diferencial de presión dañado.
- Puntos calientes en la bornea del compresor.

N. 2 Sistema Mecánico

- Se observaron correas elongadas.
- Polea secundaria en desgaste por no estar bien alineada.
- Ruido en rodamientos por falta de engrasados.

N. 3 Sistema de Refrigeración

- Se formaron presiones de gas R.410 a, estando por debajo de lo recomendado, requiere ajustar para mejorar la eficiencia.
- Presión por descarga muy elevada.
- Se hicieron pruebas y estado del termostato.
- Se requiere mantenimiento preventivo y limpieza a cada uno de los sistemas

3.1.2. TAREAS (T) PARA ATENDER NECESIDADES DE MANTENIMIENTO

3.1.2.1. Tareas de Mantenimiento tipo Preventivo

Se realizó cambio de piezas y se realizó limpieza

T. 1 Sistema Eléctrico

- Se cambió por suministros nuevos y
- Cambio terminales que permitan hacer buen contacto,

- Calibración
- Limpieza y engrase

T. 2 Sistema Mecánico

- Se instalaron correas nuevas,
- Cambio y alineación de polea
- Lubricación del sistema mecánico

T. 3 Sistema de Refrigeración

- Se ajusta presión de gas para mejorar.
- se realiza limpieza de filtros y condensadores de agua.
- Limpieza a cada uno de los sistemas.

3.2. EQUIPO TIPO SPLIT, EN CUARTO DE CONTROL ET 007

Cuando hablamos de Split, nos referimos a una parte interior y otra exterior que se unen por medio de tubos del sistema de refrigeración, uniendo las dos partes
Cuenta con amplio rango de potencias, buenos rendimientos.

La máquina de estos sistemas es inverter, regula mecanismos mediante el cambio de ciclo eléctrico

Figura 4. Condensadora, equipo tipo Split



Figura 5. Manejadora, equipo tipo Split



3.2.1. NECESIDADES (N) DE MANTENIMIENTO

Programado periódicamente, teniendo en cuenta con las eventualidades e intervenciones se hace necesario plasmar l funcionamiento del equipo en la actividad.

3.2.1.1. Necesidades de tipo Preventivo

.Equipo se encontró operando, se toman datos iniciales de funcionamiento y se compara con placa de fabricación.

N. 1 Sistema Eléctrico

- Identificar fallas por desgaste de piezas, como ruidos anormales, temperaturas elevadas.
- Motores ventiladores con aspas sucias, evitando el normal funcionamiento.
- Inspección visual al tablero de control y potencia, con el fin de detectar elementos en mal estado.

N. 2 Sistema Mecánico

- Se evidencio drenajes obstruidos
- Serpentines incrustados por polvo, evitando el paso normal del flujo del aire
- Correas elongadas.

N. 3 Sistema de Refrigeración

- Filtros sucios
- Inspección visual de funcionamiento de la evaporadora y condensadora.
- Aplicar Saes.

3.2.2. TAREAS (T) PARA ATENDER NECESIDADES DE MANTENIMIENTO

3.2.2.1. Tareas de Mantenimiento tipo Preventivo

T. 1 Sistema Eléctrico

- Se lubrican chumaceras y rodamientos para alargar la vida útil de esos ascesorios.
- Procedemos ajustar terminales de control y fuerza eléctrica, elementos electromecánicos, contadores, relevos, reles térmicos, temporizadores.

T.2 Sistema Mecánico

- Se realiza limpieza a serpentines, evaporador y condensador de agua, jabón y desincrustante.
- Se lava filtros, bandeja de desagüe, drenaje, tapas del equipo, blowers, aspa de motor ventilador
- Instalación de correas nuevas y se revisa alineamiento de polea primaria y secundaria.

T.3 Sistema de Refrigeración

- Se retira saes y se energiza el equipo para hacer pruebas y forma de datos en servicio, pruebas de corte con presión de alta y baja, revisar que dampers abran correctamente, que el termostato apague el equipo en la temperatura indicada.
- Se realizó el diligenciamiento del protocolo de servicio y se hace firmar al responsable del cuarto del control

3.3. EQUIPO TIPO MOCHILA, CUARTO DE CONTROL CRAKING 3

Siendo que los shelter albergan rack de telecomunicaciones y en el caso de elementos de medición, de condiciones de hidrocarburos, generan una cantidad de calor, cuenta con un equipo de refrigeración vertical o tipo mochila para endorsar a la pared, diseñados para uso continuo.

Con compresores para R 410a, resistencial eléctrico de calefacción con opción de deshumificación, opción de serpentín, protección anticorrosiva para ambientes corrosivos.

Figura 6. Tablero de control y fuerza eléctrica



3.3.1. NECESIDADES (N) DE MANTENIMIENTO

3.3.1.1. Necesidades de tipo Correctivo

N. 1 Sistema Eléctrico

- Al evidenciar fallas en el compresor y por requerimiento del fabricante, se hace necesario Cambiar elementos eléctricos por el recalentamiento.
- Contactor del compresor para cambio LDC 32 Amp.
- Capacitar de marcha en mal estado
- Puntos y terminales sulfatados en el tablero electrónico.

N. 2 Sistema Mecánico

- Para una óptima puesta en marcha se realiza seguimiento y mantenimiento a las partes rotatorias
- Se desmonta motor ventilador para mantenimiento
- Rodamiento con ruidos excesivos

N. 3 Sistema de Refrigeración

- Se evidencio motor compresor pegado mecánicamente con las siguientes características de funcionamiento:
  Modelo: ZP36kce-TFB-125, refrigerante R410a. 1 fase
- Presostatos en mal estados de alta y baja.
- Termostato fuera de servicio, requiere mantenimiento y suministro de baterías triple A

3.3.2. TAREAS (T) PARA ATENDER NECESIDADES DE MANTENIMIENTO

3.3.2.1. Tareas de Mantenimiento tipo Correctivo

T.1. Sistema Eléctrico

- Se instala contactor nuevo LCD 32 Amp
- Se corrigen puntos calientes, se ajustan terminales para evitar posibles fallas nuevamente
- Capacitor de marcha nuevo

T.2. Sistema Mecánico

- Se realiza mantenimiento total al motor ventilador, limpieza de rotor, estator y parte eléctrica.
- Lubricación de rodamientos para alargar la vida útil y evitar fallas
- Se realiza limpieza a serpentines, blower, filtros, para entregar un equipo en óptimas condiciones.

T. 3 Sistema de Refrigeración

- Se realiza la instalación del compresor nuevo, se realiza barrido por las tuberías con R304 y nitrógeno para limpiar partículas, se realiza deshidratación del sistema y cargas de gas R 410 a.
- Se suministran presostatos nuevos para controlar las presiones anormales de gas en el sistema y proteger el compresor.
- Se ajusta termostato y hace pruebas de control

3.4. EQUIPO TIPO PAQUETE, CUARTO COR EDIFICIO INTELIGENTE

Conocido también como unidades centrales, contiene 4 elementos de circuito básico, refrigeración, condensador, evaporador, compresor y elementos expansores, el tipo comercial o industrial son mayores a 5 TR de refrigeración, este es solo frío.

Ofrecen grandes beneficios como versatilidad, confiabilidad y en bajo costo inicial, cuenta con protección anticorrosiva

Ventajas

- Alta eficiencia
- Fácil instalación
- Mantenimiento sencillo
- Buena capacidad de enfriamiento
- Mejor distribución del aire

Figura 7. Equipo tipo paquete



Figura 8. Filtro y válvula de expansión de equipo tipo paquete



Figura 9. Compresor de equipo tipo paquete



3.4.1. NECESIDADES (N) DE MANTENIMIENTO

Equipo programado para mantenimiento correctivo debido a una falla en la casilla afecto varios componentes del sistema, ocasionada por una sobre tensión

3.4.1.1. Necesidades de tipo Correctivo

N.1. Sistema eléctrico

- Se evidencio contactores de los compresores averiados y en 2 fases, sistema de control requiere modificar para el normal funcionamiento y pruebas de servicio
- Se recomienda la instalación de un protector de fase para evitar inconvenientes y mantenimientos costosos
- Ajustes en el tablero de fuerza y control

N.2 Sistema Mecánico

- Motor ventilador en mal estado, requiere cambio con aspa de 24 pulgadas
- Correas en mal estado
- Poleas de motor y blower desalineadas
- Se requiere instalar drenaje
- Lona del ducto de suministro deteriorado

N. 3. Sistema de refrigeración

- Se evidencio compresores del sistema Nº1 y Nº2 quemados por bajo aislamiento en su bobina debido a la sobrecarga de tensión
- Modelo de compresores ZP48KPC, 460 v, R410a, P43
- Debido a esta condición, se es necesario cambiar válvulas de expansión, filtro secador, mirillas y barrer el sistema de impurezas.

3.4.2. TAREAS (T) PARA ATENDER NECESIDADES DE MANTENIMIENTO

3.4.2.1. Tareas de Mantenimiento tipo Correctivo

Ya con los repuestos suministrados se procede a la corrección de los sistemas fuera de servicio para la puesta en marcha.

T.1. Sistema de refrigeración

- Se realiza instalación de compresores nuevos al sistema Nº1 y Nº2 con protectores de presión de alta y baja, cambio de válvulas de expansión, filtro, secador
- Barrido de tuberías y presurizado con nitrógeno
- Vacío y pre ajuste de gas refrigerante

T.2 Sistema Mecánico

- Se instala motor ventilador nuevo de 1 HP, 460V , aspa de 24 pulgadas
- Correas nuevas
- Se procede con la instalación del drenaje
- Cambio de lona en la llegada del ducto de suministro y se asegura para evitar la pérdida del flujo de aire

T.3. Sistema Eléctrico

- Contadores nuevos para cada sistema de compresores
- Se ajustó y se hicieron pruebas con el control eléctrico, verificando que cada elemento funcione correctamente para la puesta en marcha
- Se instala protector de fase y hacen pruebas para evitar fallas
- Se pone en marcha el equipo, se toman datos e servicio haciendo pruebas con cada uno de los elementos de protección

Equipo nuevamente operacional

3.2 PROTOCOLO MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Tabla 1

Proyectos y Servicios LTDA.	PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						FECHA DE ACTUALIZACION 30/11/2019		VERSION 04	
	NUMERO DE CONTRATO						PAGINA 1 DE 2			
ORDEN DE SERVICIO:										
LUGAR			FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACION				
AREA/DPTO:					NUMERO DE EQUIPO					
TIPO EQUIPO	MOCHILA		SPLIT		PAQUETE		CHILLER		PRECISION	
MODELO EQUIPO			CAPACIDAD			VOLTAJE			VOLTAJE REAL	
MOTOR MANEJADORA		A1:	A2:	A3:	POTENCIA		REFRIGERANTE			
COMPRESOR 1:	ANTES	A1:	A2:	A3:	PSI ALTA	MOTOR VENTILADOR 1	A1:	A2:	A3:	
	DESPUES	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA	POTENCIA		CAPACITOR		
COMPRESOR 2:	ANTES	A1:	A2:	A3:	PSI ALTA	MOTOR VENTILADOR 2	A1:	A2:	A3:	
	DESPUES	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA	POTENCIA		CAPACITOR		
COMPRESOR 3:	ANTES	A1:	A2:	A3:	PSI ALTA	MOTOR VENTILADOR 3	A1:	A2:	A3:	
	DESPUES	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA	POTENCIA		CAPACITOR		
COMPRESOR 4:	ANTES	A1:	A2:	A3:	PSI ALTA	MOTOR VENTILADOR 4	A1:	A2:	A3:	
	DESPUES	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA	POTENCIA		CAPACITOR		

MANTENIMIENTO GENERAL

LABORES	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
Lavado del serpentín evaporador				
Lavado de serpentín condensadora				
Lavado de blower				
Lavado de aspa de la condensadora				
Lavado de filtros de aires				
Lavado de filtros de aguas				
Lavado de piezas generales				
Limpieza de circuito eléctrico				
Revisión general del circuito eléctrico				
Pintura en partes corroídas				
Mantenimiento de motor ventilador				ESTADO FINAL DEL EQUIPO
Limpieza de drenaje				
Cambio de capacitor				
Cambio de rodamientos				
Cambio de correas				
Ajuste de carga de gas refrigerante				
Engrasado de chumaceras y rodamientos				
Lavado de intercambiador de condensación				
Otro:				

Nombre de Técnico	SUPERVISOR	NOMBRE DEL CLIENTE
		Nº de Registro o CC.

3.3. PROTOCOLO MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Tabla 2

Proyectos y Servicios LTDA.	PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	FECHA DE ACTUALIZACION 30/11/2019	VERSION 04
	NUMERO DE CONTRATO	PAGINA 1 DE 2	

ORDEN DE SERVICIO:					
LUGAR	FECHA DE INICIO		FECHA DE TERMINACION		
AREA/DPTO:	NUMERO DE EQUIPO				
TIPO EQUIPO	MOCHILA				SPLIT
MODELO EQUIPO		CAPACIDAD:	VOLTAJE:	VOLTAJE REAL:	
CORRECTIVO PLANEADO			REFRIGERANTE		

LABORES REALIZADAS			
	Cambio de compresor		Reparación total del equipo
	Cambio de motor		Reparación de ductería
	Cambio de elementos de refrigeración		Reparación soporte de motor
	Cambio de blower		Reparación y cambio de laminas
	Cambio de caracol		Peinado serpentín
	Cambio de chumaceras		Cambio de breaker
	Búsqueda y corrección de fuga		Cambio de relé térmico
	Cambio de polea del blower		Cambio de Capacitor
	Desmontaje de serpentín condensador para reparación		Cambio de tarjeta de control
	Desmontaje de serpentín evaporador para reparación		Reparación de circuito de control
	Cambio de filtro secador		Cambio de cableado
	Cambio de filtros para polvo		Cambio de arrancador suave

OBSERVACIONES

CONDICIONES FINALES DEL EQUIPO									
MOTOR MANEJADORA	A1:	A2:	A3:	POTENCIA	EL EQUIPO QUEDA EN SERVICIO	100%	75%	50%	FDS

COMPRESOR 1:	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA	PSI ALTA	MOTOR VENTILADOR 1	A1:	A2:	A3:
COMPRESOR 2:	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA	PSI ALTA	MOTOR VENTILADOR 2	A1:	A2:	A3:
COMPRESOR 3:	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA	PSI ALTA	MOTOR VENTILADOR 3	A1:	A2:	A3:
COMPRESOR 4:	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA	PSI ALTA	MOTOR VENTILADOR 4	A1:	A2:	A3:

NOMBRE DEL TÈCNICO PROYECTOS Y SERVICIOS	SUPERVISOR: PROYECTOS Y SERVICIOS	NOMBRE CLIENTE ECOPETROL
		Nº de Registro o CC.

4. RESULTADOS

En el análisis y cambios aplicados para la realización de las tareas de mantenimiento, evidenció resultados positivos al obtener una reducción en tiempos y materiales; beneficiando al personal operativo, a la empresa y en el grado de satisfacción del cliente Ecopetrol S.A.

La ejecución del estudio permitió minimizar la afectación de los equipo por sometimientos a reprocesos y tiempos fuera de servicios por fallas, en el cual, se obtiene una mejora del tiempo improductivo total reducido del proceso del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración de los cuartos de control de la Refinería de Barrancabermeja.

Respecto en mejorar los procesos para la reducción de fallas en el mantenimiento de equipos, se obtuvo un ahorro en el tiempo en el proceso de mantenimiento preventivo de cerca de tres horas y una mejora de dos horas en el tiempo del mantenimiento correctivo; beneficiando al personal operativo y a la empresa generando un aumento en su productividad.

La mejora en la reducción del tiempo, beneficia a los trabajadores generando una menor fatiga, capacitación en mejora de procesos, aumento en el clima laboral aumentado la productividad y disminuyendo la reducción de fallas en los equipos.

5. CONCLUSIONES

El análisis de las necesidades y la determinación de tareas unificadas del estudio permitieron identificar la repetición de actividades y desgaste de personal en el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo.

El protocolo o listado de tareas unificado permitió optimizar los tiempos del proceso del mantenimiento preventivo y correctivo, logrando eficiencia en la productividad, reducción de fallas en los equipos y aumento en la vida útil de las máquinas.

El protocolo permitió llevar un control de los mantenimientos, realizando un registro del modelo, ubicación, inspecciones, tareas realizadas, observaciones y fechas de nuevos mantenimientos de los equipos.

6. RECOMENDACIONES

Extender la implementación de la estrategia a los demás contratos de la empresa Proyectos y Servicios Ltda., con el fin de consolidar una cultura de mejora continua y poder extenderla a otras áreas dentro de la Refinería de Barrancabermeja y a otros potenciales clientes.

Capacitar al personal técnico sobre el cambio de tareas al momento de ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración con el fin de facilitar la asimilación de las actividades optimizadas.

Incluir al personal de servicio técnico para la evaluación y retroalimentación de procesos que permita replicar la experiencia en otras empresas con otros sistemas de refrigeración.

Implementar un sistema de control para estandarizar tiempos utilizados en los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo y costo en los procesos para establecer prioridades de mejora según las necesidades de la empresa.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Basabe, Bejarano. Estudio del impacto generado sobre la cadena de valor a partir del diseño de una propuesta para la gestión del mantenimiento preventivo en la cantera salitre blanco de Aguilar construcciones S.A. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería Industrial. Departamento de Procesos Productivos. Bogotá, 2009.

ARISTIZABAL, María Nubia. Pedro Ramírez. Mauricio Sánchez. Guía Para La Elaboración Del Plan De Mantenimiento Y Mejoramiento. Universidad de Antioquia, Vicerrectoría de Docencia.

Cengel Y. A. & boles M. A. (2012) Termodinámica 2da ediciòn. Tomo I (Fundamentos de la Termodinámica) Editorial Mc Graw Hill Español.

COPELAN CORPORATION, Manual de Refrigeración. Sídney, Ohio, USA: Copeland, Principios de Refrigeración, (Páginas empleadas), Fecha y Año.

DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La administración en el mantenimiento, México DF, Compañía Editorial Continental, S.A, 1978. p.87

DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La Administración En El Mantenimiento Como Planear, Organizar, Dirigir Y Controlar El Mantenimiento Del equipo Industrial. Compañía Editorial Continental, S.A, México DF. 1978.

DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La Productividad En El Mantenimiento Industrial. Compañía Editorial Continental, S.A, México DF. Segunda Impresión 2000 Editorial Continental, S.A, México DF. 1978.

GUÍA PARA SELECCIONAR TÉCNICAS Y ELABORAR INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS LABORALES. Capítulo Segundo. Bogotá D.C. 2004

Manual práctico de la cadena de frío GUIA TÉCNICA Documento elaborado por: Vector Ltda., en el marco del convenio del Sistema Nacional de Diseño desarrollado por el Ministerio de Desarrollo Económico y la Cámara de la Industria de Alimentos de la ANDI. Santa fe de Bogotá 1998.

MORROW, L.C. Manual De Mantenimiento Industrial, Compañía Editorial Continental, S.A. México DF. Tercera Impresión 1974.

PEACH, Robert. Manual de ISO 9000. Mc. Graw Hill. Tercera edición. Santa Fé de Bogotá. 2000.

PÉREZ, Ariel. Programa de Mantenimiento Preventivo para la Empresa “Metalmecánica Técnica Colombiana, METALTECO Ltda.”. Bucaramanga. 2002.

Rendón. Procedimientos de mantenimiento para sistemas de refrigeración en cuartos fríos. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Mecánica, Pereira, 2014

ROMERO, Giovanni y RUÍZ, Jenny. Implementación del Sistema de Información Manual y Sistemático para el Mantenimiento en el SENA "Centro Industrial de Girón". Bucaramanga. 1999.

Salih O. Duffuaa, y otros. Sistemas de Mantenimiento. Planeación y Control, LIMUSA, 2000.

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Dirección Sistema Nacional de Formación para el Trabajo. Caracterización Ocupacional del Mantenimiento. SENA 2005. ISBN 958-15-0135-5 Trabajo de Grado, Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Alfonso García Castro.

Tratado practico de refrigeración automática, José Alarcón Creus, 8° edición, 1978, Marcombo s.a.

Semarnat (2006) Manual buenas prácticas en sistemas de refrigeración. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). México