

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA COMPRESOR
BETICO SB1 Y SB2 BASADO EN EL SISTEMA RCM PARA CONCRETOS
ARGOS**

**JOHN FERNEY BOHORQUEZ SALDARRIAGA
JUAN CARLOS ZAPATA URREA**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGIA EN MECANICA
MEDELLIN
2014**

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA COMPRESOR
BETICO SB1 Y SB2 BASADO EN EL SISTEMA RCM PARA CONCRETOS
ARGOS**

**JOHN FERNEY BOHORQUEZ SALDARRIAGA
JUAN CARLOS ZAPATA URREA**

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Mecánica

**ASESOR
Ing. Alfonso Luis Agudelo Vegliante**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGIA EN MECANICA
MEDELLIN
2014**

CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN	18
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	19
2. JUSTIFICACIÓN	22
3. OBJETIVOS	24
3.1 GENERAL	24
3.2 ESPECÍFICOS	24
4. REFERENTES TEORICOS	25
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	25
4.2 DESCRIPCION GENERAL DE UNIDADES COMPRESORAS	29
4.2.1 Características técnicas	30
4.2.2 Cabezales.	30
4.3 MANTENIMIENTO CENTRALIZADO EN LA CONFIABILIDAD	34
4.3.1 Estímulos económicos para la confiabilidad y la mantenibilidad: ..	36
4.3.2 RCM en la industria:	37
4.3.3 Elementos de un programa típico de confiabilidad:	38
4.3.4 ¿Que es el mantenimiento centrado en Confiabilidad (RCM)?:	39
4.3.5 Conceptos del RCM:	40
5. DESCRIPCION TECNICA DEL PROYECTO	42
6. METODOLOGÍA	43
6.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION	43
6.1.1 Recopilación Bibliográfica	43
6.1.3 Fuente Secundaria	44
6.2 PROCEDIMIENTO.	44
6.3 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.	44
6.3.1 Gráficas.	45
6.3.2 Manejo de Programas de Computación	45
7. CONCLUSIONES	51

8. RECOMENDACIONES.....53

LISTA DE TABLAS

		pág.
Tabla 1	Ficha técnica de unidad compresora Betico SB1-SB2	30
Tabla 2	Esquema de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)	42
Tabla 3	Programa de mantenimiento (RCM)	43
Tabla 4	Esquema de mantenimiento centrado en la confiabilidad	43
Tabla 5	Mantenimientos realizados antes de la implementación RCM	44

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Compresor cabezal Betico modelo SB1 y SB2	29
Figura 2: Esquema de componentes internos Betico modelos SB1 y SB2	30

GLOSARIO

MANTENIMIENTO LOCATIVO: Dícese de aquel mantenimiento que debe hacerse con el fin de verificar el estado general de las instalaciones para prevenir posibles daños y aumentar la vida útil de las mismas reduciendo los costos por concepto de mantenimiento correctivo.

CADENA CINEMÁTICA: Conjunto de eslabones o piezas, generalmente considerados rígidos conectados entre sí por juntas de forma que permiten o suprimen determinados movimientos.

PROCESO DE GRUPO: es un conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan, las cuales transforman elemento de entrada en resultados. Los cuales son planeados, controlados y agregan valor.

REQUERIMIENTOS ABIERTOS: Órdenes de servicio que no han sido solucionados y permanecen en estambay.

USUARIO: Es la persona que solicita el servicio.

ADMINISTRADOR: Es el encargado administrativamente de que todo lo relacionado con el contrato se desarrolle en los tiempos establecidos y bajo los parámetros especificados dentro de la negociación.

COORDINADOR DE MANTENIMIENTO: Esta persona recibe del call center los servicios solicitados por los usuarios, los cuales serán distribuidos a los técnicos de acuerdo a sus conocimientos, manteniendo contacto directo antes, durante y después de la actividad, por si el usuario requiere información o se necesita gestionar cualquier tipo de refacción, permiso o herramienta; además estará

encargado de informar al momento de dar por terminado el servicio al administrador y al usuario.

TÉCNICOS: Son un grupo de personas que han desarrollado diferentes conocimientos, habilidades y destrezas en el área de mantenimiento, que ejecutan las actividades y reparaciones solicitadas por los usuarios, bajo unas normas técnicas establecidas dentro de un contrato. Estas personas deben reportar cualquier anomalía o finalización de la actividad a su coordinador de mantenimiento.

CONFIABILIDAD: Es la capacidad de un ítem de desarrollar una función requerida en condiciones establecidas durante un periodo de tiempo determinado.

RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad): Es un proceso que se usa para determinar los requerimientos del mantenimiento de los elementos físicos en su contexto operacional, para que continúen desempeñando las funciones deseadas.

MANTENIBILIDAD: Probabilidad de que un sistema fallando se restaure en un tiempo específico, cuando el mantenimiento se realiza bajo condiciones determinadas.

TRIBOLOGIA: es la ciencia que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación que tienen lugar durante el contacto entre superficies sólidas en movimiento.

PMI: (Project Management Institute): Es una organización sin fines de lucro que avanza la profesión de la dirección de proyectos a través de estándares y certificaciones reconocidas mundialmente, a través de comunidades de colaboración, de un extenso programa de investigación y de oportunidades de desarrollo profesional.

TMO (Técnico de Mantenimiento Operativo): Personal técnico profesional en mantenimiento seleccionado para realizar los procesos de chequeo y valoraciones iniciales dentro de cada planta de concreto.

RESUMEN

La empresa concretos argos, como una de las principales empresas de producción de concreto del país, plantea dentro de sus objetivos suplir la gran mayoría del consumo interno, así como desarrollar un plan de mantenimiento que genere certidumbre en sus equipos y procesos con el que respalde la credibilidad y confianza de sus clientes.

El sistema que desea implementarse requiere para este tipo de equipos un conocimiento profundo de planta física, de los procesos involucrados y de los equipos intervenidos y a su vez diseñar un cronograma de mantenimiento que se siga con rigurosidad, garantizando los lineamientos internos de la empresa basada en cuidado al medio ambiente, la protección de su capital humano y el desarrollo sostenible, garantizando el éxito del negocio para sus capitalistas, empleados, y personal externo afiliado a la compañía.

Dentro de este sin número de equipos encontramos plantas de concreto, bombas, autobombas, mixer, compresores y muchos más elementos que son vitales durante todo el proceso de producción de concreto para diversos proyectos como túneles, presas hidroeléctricas, casa de máquinas, puentes, sistemas viales en concreto, edificios e infinitas aplicaciones dentro y fuera de las ciudades.

La confiabilidad en las plantas de concreto en las que el suministro de aire es vital para su correcto desempeño y diseño de mezcla, las unidades compresoras pasan a ser un factor determinante tanto de alta como de baja presión para lograr que los elementos que componen el concreto se logren almacenar y puedan ser utilizados en la producción.

En la actualidad las técnicas de mantenimiento preventivo aplicadas a los equipos compresores por el personal técnico especializado se vuelven más difíciles de realizar, debido a diseños más complejos en plantas, exigencias neumáticas de tiempos de operación, cabezales de altura más exigentes por la necesidad de ampliar la capacidad de apilamiento y almacenaje de volúmenes cada vez mayores para estos equipos.

El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) por sus siglas en inglés, como proceso sistemático moderno de mantenimiento, surge como una posible solución del departamento de mantenimiento y de la organización para solventar los problemas en la disponibilidad del equipo. El objetivo general de este documento es poder establecer un plan de implementación del RCM en una planta de concreto, específicamente en las unidades compresoras de descarga de particulado como cemento y ceniza vitales para la producción de concreto, que sirva como guía a los demás proyectos que utilicen estos activos. En base a las nueve áreas de conocimiento que plantea el (PMI), se establecen para el desarrollo de este plan: las áreas de alcance, tiempo, recursos humanos e integración. Para ello es necesario conformar un grupo de trabajo, el cual corresponde al equipo de proyecto, integrado por técnicos mecánicos calificados, operadores de las plantas de concreto, ingeniero administrador del equipo, así como personal calificado de técnico profesionales de mantenimiento (TPM). Además de toda la información técnica del equipo, como diagramas, manuales y el juicio de expertos, los cuales serán factores claves del éxito del proyecto.

En lo referente a los objetivos específicos, el plan busca que por medio del proceso de RCM aplicado a la unidad compresora previamente seleccionada, se elabore un manual de implementación. El desarrollo del proyecto permitirá además poder aplicar con el grupo de trabajo un análisis de mejorabilidad a todos los sistemas de la planta que involucran la parte neumática. Posteriormente se debe evaluar el riesgo de falla de cada componente de los sistemas del

compresor, en base a un análisis de modos de falla aplicado, y se debe buscar resolver la causa raíz, en base a la optimización de los programas de mantenimiento. Además el proyecto debe permitir la elaboración del manual de RCM, en donde se incluyan listas de chequeo diario para el operador, así como mejorar los instructivos de mantenimiento preventivo actuales, es necesario incluir listas de repuestos y consumibles requeridos en el proceso de RCM, a fin de garantizar que el equipo continúe trabajando dentro de su contexto operacional actual.

Con base en la guía de los fundamentos de la dirección de proyectos, se desarrollaron cuatro áreas de conocimiento: alcance, tiempo, recursos humanos e integración, basados en los procesos de inicio, planificación y ejecución. El alcance permitió establecer claramente los objetivos y productos entregables del proyecto, y definir las herramientas necesarias para su logro. La gestión de recursos humanos fue quizás la primordial, debido a la necesidad de seleccionar un equipo de trabajo óptimo para el desarrollo de las actividades planteadas.

La gestión del tiempo permitió definir adecuadamente la duración de las actividades y poder gestionar los recursos para lograr cumplir los objetivos del proyecto de implementación del RCM en la unidad compresora. Finalmente la Integración permitió mostrar los resultados obtenidos durante el proceso y verificar el cumplimiento del alcance. El proceso ejecutado resultó exitoso máxime que el tiempo para desarrollar esta tesis fue limitado. Se muestran conclusiones y recomendaciones sobre el proceso aplicado, que le deben permitir a la organización tener un panorama más claro de la importancia de implementar procesos como el RCM dentro de la gestión de mantenimiento aplicada a los equipos productivos a fin de mejorar su confiabilidad y por ende aumentar su disponibilidad a un bajo costo.

Palabras claves:

Concreto: Piedra artificial creada por el hombre, compuesta por un material aglutinante, cemento, un material clasificado, agregados, agua, aditivos y algunas veces adiciones para lograr diferentes características o propiedades mecánicas.¹

Compresor: Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.²

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM): Proceso sistemático moderno de mantenimiento.

PMI: (Project Management Institute) Dirección de proyectos a través de estándares y certificaciones reconocidas mundialmente.

¹ http://360gradosblog.com/index.php/produccion-de-concreto-premezclado/video/?utm_source=google%20tecnologia%20del%20concreto&utm_medium=google%20tecnologia%20del%20concreto&utm_campaign=google%20search%20tecnologia%20del%20concreto&gclid=CL7XtcGdhMICFWYF7AodIzQANw

² [http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_\(m%C3%A1quina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_(m%C3%A1quina))

ASBTRACT

The concrete Argos company, as one of the main concrete producers in the country has among its objectives to supply most internal consume as well as to develop a maintenance plan that generates certainty in its equipments and process in order to support its clients' credibility and confidence.

The maintenance plan for this kind of equipment requires a deep knowledge of the physical plant, involved process and involved equipment at the same time, to design a maintenance schedule that must be strictly followed, that guarantees the company's internal guidelines based on the environmental care, the protection of its human capital the sustainable Development for assuring its capitalists, employees, and external company members the success of the business.

Among this countless equipments we find concrete plants, pumps, autopumps, mixers, compressors and a lot of more elements that are necessary for all the concrete production process in different projects as tunnels, hydroelectric dams, Hydroelectric Machines house, bridges, concrete road systems, buildings and infinite applications inside and outside the cities.

It is necessary the reliability in the concrete plants in which the air supply is vital for its correct performance and mixture design. The compressing units become a decisive factor as higher as low pressure to get the storage of the concrete elements and they can be used in the production.

Nowadays the preventive maintenance techniques that are provided to the compressors equipments by the specialized technician are more difficult to carry out due to more complex designs in the plants, time pneumatic demands of operation, more demanding height heads because of the necessity to enlarge the piling and storage capacity of more and more volumes for these equipments.

The reliability centred maintenance (RCM) as a modern systematic maintenance process appears as a possible solution for the maintenance department and for the organization to resolve the availability problems in the equipment. The general objective of this document is to be able to establish a (RCM) implementation plan in a concrete plant, specifically in the compressing unities which discharge particulate as cement and ash elements that are essential for the concrete production.

This plan will be useful as a guide for other projects where these assets are used. According to the nine knowledge areas that proposes the project management institute (PMI) are established for the development of this plan: The range areas, time, human resources and integration. In order to achieve this plan is necessary to get together a work team that is the project team which is made up by: Qualified technician, mechanics, concrete plant operators, an engineer who manages the team qualified technicians, professional maintenance staff besides all the technical equipment information such as diagrams, manuals and experts' opinion will be key factors for the success of the project.

Regarding the specific objectives, the plan looks for an implementation manual through reliability centred maintenance (RCM) process applied to a compressor unit prior selected. The development of the project will let carry out an improving analysis for all the systems of the plant where pneumatic is involved.

After based a failure ways analysis to detect the fault risk of each component of the compressor. The cause of the failure must be solved based on the optimization maintenance program .besides, the project should let the (RCM) manual elaboration where daily check lists for the operator are included, the project also will let improve the current preventive maintenance instructions. It is necessary to include spare lists and consumable required in the (RCM) process for guaranteeing that the equipment keep working inside its current operational context.

According to the foundations of the project direction guide four knowledge areas were developed: scope, time, human resources and integration.

Based on the process of beginning, planification and carrying out. The range allowed establishing the objectives and products able to be handed over and define the necessary tools for its attainment. The human resources management was fundamental due to the necessity of choicing an optimum team work to develop the proposed activities. The time management allowed to define appropriately the length of the activities and to manage the resources for achieving the objectives in the (RCM) implementation project for the compressor unit. Finally, the integration let show the accomplished results and verify the range fulfillment. The carrying out process turned out successful specially when the time for its development was limited.

The conclusions and recommendations about the applied process that were shown should let the organization have a clearer outlook about the importance of implementing process as (RCM) inside the maintenance management applied to the productive equipments for improving their reliability and therefore, to increase their availability With a low cost.

Keywords

Concrete: Artificial stone created by the man consisting of a classified material, additions, water, additives and Sometimes additions to get different characteristics or mechanical properties.

Compressor: A compressor is a fluids machine that is made for increasing the pressure and for moving a certain kind of fluids called compressible such as gases and steams that is done through the energy interchange between the machine and the fluid in which the work done by the compressor is transferred to the substance that goes through it becoming itself in flow energy increasing its pressure and kinetic energy driving it to flow.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento entendido como la labor de agregar vida útil a las maquinas, los edificios y las personas, es también un cambio de mentalidad, en el que se provee, analiza y resuelve un determinado problema que está afectando cualquiera de la instituciones internas de una pequeña o gran empresa, como puede ser un departamento de producción, costo, despachos, proyectos e inclusive el de mantenimiento propiamente dicho.

En el proceso de ejecución del mantenimiento se convergen todos los aspectos estéticos, funcionales, metodológicos y a su vez se visualiza el trabajo mancomunado de todos los individuos que se hacen partícipe de ella. De su gran afectividad, depende el buen manejo de los insumos, los repuestos, los procesos e incluso las personas mismas, porque son ellas, las que con ayuda de las herramientas, los equipos, los instrumentos y su propia capacidad técnica y decisiva, pueden enfrentar cualquier situación en un instante determinado.

Ante los grandes avances de tipo técnico y tecnológico en las empresas, vemos la necesidad que estas personas tengan a su alcance una herramienta como un "Plan de mantenimiento" que contenga unos conocimientos básicos, bien transmitidos y no más allá de lo que este dentro de su capacidad interpretativa. Una herramienta que sea sencilla y fácil de divulgar a los demás de manera clara, concisa, bien estructurada y que a su vez despierte un interés de consulta en aquellas personas inquietas y ávidas de saber y conocer en el día a día.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los compresores utilizados en las plantas de ARGOS para la descarga del material particulado marca Betico series SB1 Y SB2, presentan atascamiento en sus partes móviles generando un sobrecalentamiento en el compresor lo que a su vez provoca otros tipos de problemas como: fuga de presión de aire, desajuste por vibración, paso de aceite a la línea de aire, contaminación excesiva en filtros y lubricante, excesiva temperatura de trabajo, contaminación en cuerpo valvular y culatas, contrapresión de flujo en la línea neumática.

Para Argos es de gran importancia contar con plantas de concreto confiables en sus procesos de carga y descarga del material particulado. Esta confiabilidad debe verse favorecida con adecuados procesos de mantenimiento aplicados a estos equipos, pero en la actualidad estos son poco efectivos. Unido a esto, no se ha optimizado la compra de repuestos y consumibles para estos equipos, debido principalmente a que no se ha desarrollado un buen plan de mantenimiento.

Los problemas relacionados, presentados anteriormente por estos compresores tienen su origen en varios aspectos, los cuales mencionaremos a continuación:

- El ingreso de material particulado como polvo, piedras y arena y demás agentes contaminantes presentes en el aire a línea de admisión y depósitos de aceite.
- Desgaste prematuro de sus componentes, que generan limalla de diversos materiales en el interior de los depósitos de aceite y son succionados por sus bombas de lubricación incrementando su desgaste e incrementando la probabilidad de falla súbita.

- Mangueras, Acoples y válvulas de seguridad o de paso en malas condiciones generan trabajo excesivo por no llegar a la presión de trabajo adecuada para detenerse.
- Mala refrigeración y taponamiento de filtros de admisión de aire, generan recalentamientos en cuerpo valvular y culatas aumentando la posibilidad de fractura por alta temperatura y por presión de trabajo.
- Rotura de los empaques de culata que generan golpeteo de válvulas y desajuste interno así como fugas en tapas.
- Pernos y sistemas de fijación en malas condiciones que generan vibraciones excesivas que perturban el correcto funcionamiento con el balanceo de poleas y partes internas.
- Interrupción prematura de flujo en la línea que generan contrapresiones indeseadas que pueden llegar a la fractura de elementos internos como bielas, válvulas, y pistones entre otros.

Los problemas presentados en los compresores Betico serie SB1 y SB2 tienen relación con la falta de conocimiento en cuanto al manejo por parte de sus operarios y las condiciones de funcionamiento. Esta información que debe ser suministrada por el fabricante al momento de comercializar los equipos no es retroalimentada a los operadores directos y en ocasiones no se encuentran capacitados para entender ciertos conceptos técnicos vitales para la correcta operación o no de las unidades.

El uso inadecuado de las unidades en aplicaciones no recomendadas o estandarizadas por el fabricante, las llevan a ser exigidas más allá de su capacidad.

La falta de capacitación del personal de mantenimiento para realizar dicha tarea a un nivel más profundo que permita tener en óptimas condiciones los compresores.

La no programación de los mantenimientos en los tiempos establecidos genera que las piezas sufran un desgaste prematuro y el equipo falle en tiempos muy cortos de operación.

El deterioro masivo de los equipos por falta de mantenimiento, conduce a la acumulación de equipos obsoletos generando gastos adicionales de forma innecesaria.

2. JUSTIFICACIÓN

La implementación del RCM debe llevar a equipos más seguros y confiables, reducción de costos (directos e indirectos), mejora en la calidad del producto, y mayor cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente.

El RCM también está asociado a beneficios humanos, como mejora en la relación entre las distintas áreas de la empresa, fundamentalmente un mejor entendimiento entre mantenimiento y operaciones. El RCM es un proceso muy importante para determinar sistemática y científicamente qué se debe hacer para asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios desean que hagan.

Ampliamente reconocido por los profesionales de mantenimiento como la forma más "costo-eficaz"(más eficaz a menor costo de implementación), para desarrollar estrategias de mantenimiento de clase mundial, RCM lleva a mejoras rápidas, sostenidas y sustanciales en la disponibilidad y confiabilidad de planta, calidad de producto, seguridad e integridad ambiental. El RCM pone énfasis tanto en las consecuencias de las fallas como en las características técnicas de las mismas, mediante:

- Integración de una revisión de las fallas operacionales con la evaluación de aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente, esto hace que la seguridad y el medio ambiente sean tenidos en cuenta a la hora de tomar decisiones en materia de mantenimiento.
- Atención en las tareas del mantenimiento que mayor incidencia tienen en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, garantizando que la inversión en mantenimiento se utilice donde más beneficio va a reportar.

- Guía de forma exacta al personal involucrado en el proceso de mantenimiento para realizar de manera sistemática y correcta las labores que corresponden a cada uno.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Aplicar la metodología del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) mejorando las condiciones de operatividad y confiabilidad en el descargue de material particulado como cemento tipo I, tipo II, tipo III y ceniza para la planta de Concretos Argos. Con el sistema de equipos compresores marca Betico modelos SB1 y SB2

3.2 ESPECÍFICOS

- Determinar los puntos críticos de mayor incidencia de falla en los compresores Betico.
- Establecer los tiempos de ejecución y tipos de mantenimientos ejecutados antes de la implementación del RCM.
- Optimizar la ubicación de los equipos en la planta física, que reduzcan las perdidas en transporte logrando mayor eficiencia y menores tiempos operativos por descarga.
- Capacitar a operadores y/o personal en contacto directo con las unidades compresoras que garanticen el conocimiento mínimo de correcta operación.

4. REFERENTES TEORICOS

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Cementos Argos nació en Medellín en 1934 siendo una de las cementeras más antiguas del país y por ello, es la más intensiva en el uso de mano de obra en la industria del cemento dentro y fuera de Colombia.

Después de su asociación con cementos Nare (1933) y cementos el Cairo (1946), Argos inicio una fructífera labor de creación de empresas en diversas regiones del occidente del país, surgieron entonces, cementos del valle, cementos del Caribe, cementos de Caldas, cementos Rio claro además de su participación en otras cementeras como cementos Paz del rio, cementos Andino, cementos Colon entre otras.

Es supremamente competitiva en los mercados nacionales e internacionales ocupando el tercer lugar en producción de concreto en todo estados unidos y segundo productor de cemento en el sureste de Norteamérica y tiene el 34% del mercado en centro-américa, a su vez en Colombia tiene cerca del 50% de la participación del mercado y es quinto en la capacidad instalada de producción en Suramérica.

Cementos argos busca aprovechar los recursos de la mejor manera posible, empezando por la mano de obra y por mantener sólo aquellos puestos de trabajo necesarios y productivos, que agregan valor ; pero también contabiliza y trata de minimizar el uso del costos capital. Procura día a día, tener los consumos unitarios tan bajos como sea posible y permanentemente mejorar en la eficiencia y en la

calidad de procesos y productos. La última palabra de su condición como empresa la tendrán los clientes, el mercado, los resultados, y la competitividad.

Cementos argos es uno de los principales consumidores y generadores de empleo en el país y aunque existen múltiples normas y jurisprudencias que desestimulan el uso de mano de obra, cargas, impuestos y exigencias de todo tipo: anacrónicas posiciones sindicales que favorecen actitudes personales negativas, abiertamente desvergonzadas sin compromiso, paros y otras presiones indebidas contribuyen a sustentar una concepción empresarial que prefiere la tecnología y la automatización a toda costa y a todo costo, al desgaste y riesgos implícitos en la relación laboral. A si mismo se sobrevaloraron los efectos ambientales y otras ineficiencias y se copian, en todos los campos, reglamentaciones de países avanzados que cuando no lo eran no tenían tales normas que encarecen y dificultan la actividad empresarial en general y muy específicamente la generación de empleo.

Argos le juega a la tecnología apropiada, fundamentada en el uso inteligente de los recursos. Eficiencia, rentabilidad, competitividad que resultan de la capacidad, la calidad y el compromiso unidos al aprovechamiento cabal de sus ventajas competitivas y al acople a la realidad colombiana.

VISIÓN

La fábrica eficiente, segura, ordenada y limpia que produce cemento de calidad a costos competitivos; con el personal más capaz, satisfecho y comprometido.

MISIÓN

Hacer el mejor cemento al menor costo, con la mejor gente, cuidando el medio ambiente.

La infraestructura en Medellín: se compone de 12 plantas de abastecimiento, administración y bodegaje como son:

- Edificio Almagran; dependencias administrativas.
- Edificio DHL; facturación, tesorería, carbones del Caribe, Reforestadora.
- Centro de mando; bodegaje, Logística, distribución.
- Bodega Medellín; bodegaje de equipos de cómputo y sistemas de tecnología.
- Planta Medellín; productora de concreto para el occidente de Medellín.
- Planta sabaneta; productora de concreto para el suroeste de Medellín.
- Planta bello; productora de concreto para el oriente antioqueño.
- Planta la Gabriela; cantera distribuidora del suroeste antioqueño.
- Canteras de Colombia; cantera distribuidora del oriente antioqueño.
- Planta áridos en Girardota; cantera distribuidora del occidente y nordeste antioqueño.
- Planta marinilla; productora de concreto.
- Planta Rionegro; Distribuidora cementera del oriente antioqueño.

4.2 DESCRIPCION GENERAL DE UNIDADES COMPRESORAS

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como gases y vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido, en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él, convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

Al igual que las bombas, los compresores también desplazan fluidos, pero a diferencia de las primeras que son máquinas hidráulicas, éstos son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y, generalmente, también de temperatura; a diferencia de los ventiladores y los sopladores, los cuales impulsan fluidos compresibles, pero no aumentan su presión, densidad o temperatura de manera considerable.³

Los compresores son ampliamente utilizados en la actualidad en campos de la ingeniería y hacen posible nuestro modo de vida por razones como:

Son parte importantísima de muchos sistemas de refrigeración y se encuentran en cada refrigerador casero, en sistemas de generación de energía eléctrica, tal como lo es el Ciclo Brayton⁴,

Se encuentran en el interior de muchos motores de avión, como lo son los turbo reactores, y hacen posible su funcionamiento.

Se pueden comprimir gases para la red de alimentación de sistemas neumáticos, los cuales mueven fábricas completas.

³ [http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_\(m%C3%A1quina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_(m%C3%A1quina))

⁴ El objetivo del ciclo Brayton de turbina de gas es convertir energía en forma de calor en trabajo, este ciclo comprende admisión, compresión, expansión, enfriamiento.

Específicamente los compresores marca betico modelos “SB” de baja presión, no accionados por motor eléctrico, son grupos estacionarios de pistón alternativo de simple efecto, de una sola etapa, con cilindros dispuestos en “V” (a 90°)

Los modelos mencionados son: Cabezales SB1 y SB2

4.2.1 Características técnicas.

Cuando las necesidades de aire requieren presiones entre 0,5 y 2,5 bar de trabajo, estas se denominan de baja presión y su utilización es la aireación de estaciones depuradoras, transporte de materiales pulverulentos, industrias graficas entre, otros.

La presión de trabajo normal en los equipos de baja presión es de 2 bares. Para conseguir estas presiones no es necesaria la compresión escalonada, sino que se realiza en una sola etapa. Por lo tanto los compresores tienen todos los cilindros iguales, no equipan refrigeradores entre etapas, colocando en su lugar un colector en el cual convergen las salidas de los cilindros.

4.2.2 Cabezales.

Estas unidades, fundamentalmente son ideales para ser instaladas en vehículos que transportan materiales pulverulentos, entre otros. Se pueden suministrar grupos lubricados en cilindros (SB-1 y SB-2) y no lubricados dependiendo de la utilización del aire comprimido. Generalmente se entregan preparados para ser accionados mediante transmisión por correas.

En las unidades no lubricadas en cilindros, las piezas desgastables están diseñadas de modo que puedan emplearse materiales “autolubricados” y de poca resistencia a la fricción.

Estos compresores están diseñados para unos trabajos muy determinados y son aquellos en los que la presencia de aceite en el aire comprimido no es posible, por ejemplo:

- Aire en contacto con productos alimenticios o quirúrgicos.
- Cuando existen elementos operados neumáticamente y el aceite que se acumula en tuberías puede causar fallos de funcionamiento en elementos sensibles.
- Cuando el contacto del aceite con el producto que se fabrique puede ser contaminante.
- En la industria del papel, entre otros.

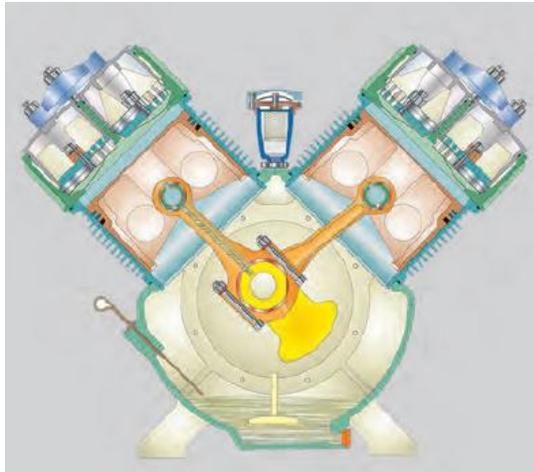
Figura 1: Compresor cabezal Betico modelo SB1 y SB2



(Fuente: Manual de equipos Betico)

Compresor con volante-polea, para ser accionado por la toma de fuerza del camión P.T.O. Este compresor ha de ser montado en la parte superior del bastidor de la cabeza tractora, su montaje es sumamente fácil, ya que solamente es necesario amarrar el compresor al bastidor del camión, colocar una polea en la toma de fuerza del camión y unir esta con la del compresor mediante correas.

Figura 2: Esquema de componentes internos Betico modelos SB1 y SB2



(Fuente: Manual de equipos Betico)

Tabla 1 Ficha técnica de unidad compresora Betico SB1-SB2.

CABEZALES BETICO		
MODELO	SB-1	SB-2
Presión de trabajo en bar.	2	2
Presión máxima de trabajo en bar.	2,25	2,25
Conexión brida salida de aire.	2.1/2" Gas	2.1/2" Gas
Cantidad de aceite en circuito compresor Lts.	5	5
Nivel sonoro/Potencia acústica en dB(A)	85,5/101	85,5/101
Velocidad compresor en rpm	1500	1000
Peso aproximado en kg.	230	230

4.3 MANTENIMIENTO CENTRALIZADO EN LA CONFIABILIDAD

Esto se nota en una proliferación de nuevos sistemas y productos con nuevas características, precios más bajos. Una calidad con un grado de exigencia tal para cumplir con los altos estándares del cliente.

Por otro lado también se requirieron ciclos de producción más cortos, aumentos de subcontrataciones especializadas, nuevos ambientes, nuevos niveles de precisión, miniaturización y otros avances tecnológicos.

Estos cambios contribuyeron de gran manera a que la industria diseñara nuevos métodos de trabajo, confiando inclusive en el trabajador para lograr el bienestar humano y la calidad.

Los cambios afectaron también notablemente la relación entre el precio de venta y el costo de producción, involucrando inclusive el costo de mantener el sistema o producto.

Con relación al mantenimiento y las líneas de fabricación se vieron también inmersas en estas exigencias de modernización y avance.

Una respuesta principal que se ha dado a estas causas y necesidades son las ideas de cuantificar la Confiabilidad de la maquinaria, equipos e instalaciones, este hecho ha dado como resultado el diseño de una nueva técnica llamada Mantenimiento Centralizado en la Confiabilidad. (RCM).

Para los sistemas y productos de un solo servicio, (como un misil o los motores de un cohete de combustible sólido), la definición se reduce a la probabilidad de funcionar en las condiciones previstas.

Para encontrar la confiabilidad de maquinaria y equipos se requiere conocer los parámetros de diseño y de actuación, y procesarlos en distintos ambientes.

Una segunda respuesta importante es planificar una serie de tareas que deben asignarse a todos los departamentos asociados con el uso de las facilidades instaladas y su mantenimiento. En la actualidad en producción no solo se operan los equipos, también se asocian tareas de mantenimiento. Incluyendo revisiones periódicas a maquinaria y equipos de alta confiabilidad.

La planificación de la confiabilidad exige la comprensión de las definiciones fundamentales:

- Cuantificación de la confiabilidad en términos de probabilidad.
- Clara definición de lo que es un buen funcionamiento.
- Del ambiente en que el equipo ha de funcionar.
- Del tiempo requerido de funcionamiento entre fallos.

La segunda mitad del siglo XX trajo consigo un incremento en la automatización y robotización de las líneas de producción, tanto del modo de manufactura como del modo de procesos continuos, en algunos casos el modo de servicios se vio también inmerso en tal avance tecnológico. Para comprender estos términos, basta con saber qué la confiabilidad; se refiere a la probabilidad de que un sistema o componente pueda funcionar correctamente. Más sencillamente, confiabilidad es la probabilidad de que un sistema o producto funcione. Este proceso proporciona la nueva información, la cual se usa en el desarrollo de sistemas. (Maquinaria, equipos y productos).

Aquí hemos tratado dos conceptos que son: la cuantificación y probabilidad de la confiabilidad. (También existen conceptos paralelos para mantenibilidad). En un proceso de calidad se sabe que se puede alcanzar la calidad manteniendo dentro de los límites de control y especificación el comportamiento de una variedad de parámetros, características y tolerancias. (Cuantificación de la calidad).

De forma análoga en mantenibilidad los fallos en los equipos en el lugar de utilización seguirán ocurriendo, por lo que hay que arbitrar medios que permitan restaurar el servicio y que han sido objeto de mucha atención por parte de fabricantes y usuarios, la cuantificación de la mantenibilidad se ha hecho una realidad con la creación de dos nuevos parámetros:

- Un parámetro de tiempo, para expresar el tiempo necesario para restaurar el servicio, es decir el máximo de disponibilidad.
- Un parámetro de probabilidad, para expresar el cumplimiento del parámetro de tiempo.

4.3.1 Estímulos económicos para la confiabilidad y la mantenibilidad:

Los problemas de confiabilidad y mantenibilidad son grandes. Como consecuencia de una confiabilidad inferior al 100%, las empresas invierten en repuestos y reparaciones aproximadamente un 30% del costo de la inversión total de la capacidad instalada, en algunos casos la inversión en este concepto es de un 10% a un 40% anual. Estudios de la fuerza Aérea de USA han indicado que los costos anuales del mantenimiento varían entre 3 y 29 veces el costo original del equipo. Esto fue lo que ocurrió en la aviación a finales del siglo XX.

El problema de la confiabilidad fue muy grande como consecuencia de una confiabilidad inferior al 100%, las United Airlines necesitaron un stock de

repuestos de 122 millones de dólares, aproximadamente el 20% de su inversión total en aviones.

Cabe hacer notar que fue en la aviación donde se implementó por primera vez el RCM para lograr la confiabilidad de las naves, pero no es en el único lugar donde se ha implementado como inicial.

Estudios de la Fuerza Aérea indicaron que: los costos anuales de mantenimiento variaron entre 10 y 30 veces el costo original del equipo. Fueron necesarias 24 horas-hombre de mantenimiento por hora de vuelo en los aviones de la Marina. Se estimó que la cifra subiría a 80 en 1965, principalmente a causa del aumento de complejidad del equipo electrónico.

4.3.2 RCM en la industria:

Una realidad que enfrentan las industrias en lo general, es que: Los fallos de los equipo se deben a la mala calidad de fabricación y de diseño, y causas ajenas, un gran porcentaje es debido al diseño inadecuado e incorrectas condiciones operativas, mal o nulo mantenimiento, malas condiciones de manejo, y las malas condiciones de almacenamiento.

Además muchas causas consideradas como operativas, exigen un cambio de diseño en la maquinaria y equipos para eliminar en el futuro los problemas, este cambio puede ir desde un sistema ergonómico en la operación de los mismos, Modificaciones al diseño de la maquinaria y equipos, hasta los tiempos de rotación del personal en la línea (dentro de un sistema polivalente), en un jornal de 8 horas, o bien el diseño de un nuevo sistema de producción.

Una técnica útil en la confiabilidad es la metodología del mantenimiento productivo total, TPM. Esta metodología es un sistema de producción.

El TPM no es una nueva forma de hacer el mantenimiento de los equipos, o para mejorar la eficiencia del mantenimiento, si así fuera, se llamaría sistema dedicado al mantenimiento SDM. La palabra total indica toda la organización y la palabra productivo, significa sistema de producción.

El Mantenimiento Centralizado en la Confiabilidad (RCM), requiere también de un involucramiento total, y por consecuencia de un sistema de producción.

Un programa de confiabilidad de los equipos e instalaciones de una organización, también es un programa de trabajos en relación con el mantenimiento productivo total, así mismo es un programa para mantenibilidad.

4.3.3 Elementos de un programa típico de confiabilidad:

De aquí en adelante nos referiremos RCM como Confiabilidad. Las 20 tareas de éste programa de confiabilidad para una hipotética planta de manufactura, muestra tareas comprenden muchas acciones que exceden de las habitualmente realizadas por los diversos departamentos de la empresa.

Las necesidades de estas acciones provienen del hecho de que los diseños de las maquinarias y equipos son terreno abandonado en la industria y en muchas ocasiones del desconocimiento de la técnica en ellos, provocaron causas de baja confiabilidad.

Un sistema de producción basado en confiabilidad es muy amplio. En aplicaciones militares, las empresas contratadas para realizar algún trabajo, pieza o parte,

presentan un programa detallado de confiabilidad como parte de la propuesta para obtener el contrato.

Éste detalla la definición de las tareas en la propuesta y contribuye a asegurar que se ha previsto con respeto al contrato una asignación de fondos del programa de confiabilidad.

Estas tareas exigen acciones determinadas que deben ser realizadas por todas las funciones que participan en la fabricación del producto. Desde investigación y desarrollo, hasta servicio post-venta.

Para asegurar estas acciones suele necesitarse una planificación adecuada y en forma debida, si quiere uno que las cosas se hagan a tiempo. Es más, puesto que intervienen muchos departamentos y personas, es útil fijar detalladamente las tareas a realizar, quién debe realizarlas, y plazos de realización.

4.3.4 ¿Que es el mantenimiento centrado en Confiabilidad (RCM)?:

El Mantenimiento centrado en Confiabilidad (MCC) o Reliability-centred Maintenance (RCM), ha sido desarrollado para la industria de la aviación civil hace más de 30 años. El proceso permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico. El RCM ha sido utilizado en miles de empresas de todo el mundo desde grandes empresas petroquímicas hasta las principales fuerzas armadas del mundo utilizan RCM para determinar las tareas de mantenimiento de sus equipos, incluyendo la gran minería, generación eléctrica, petróleo y derivados, metal-mecánica, etc. La norma SAE JA1011 especifica los requerimientos que debe cumplir un proceso para poder ser denominado un proceso RCM. Según esta norma, las 7 preguntas básicas del proceso RCM son:

- ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
- ¿Cuáles son los estados de falla (fallas funcionales) asociados con estas funciones?
- ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
- ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
- ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
- ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?

4.3.5 Conceptos del RCM:

El RCM muestra que muchas de los conceptos del mantenimiento que se consideraban correctos son realmente equivocadas. En muchos casos, estos conceptos pueden ser hasta peligrosos. Por ejemplo, la idea de que la mayoría de las fallas se produce cuando el equipo envejece ha demostrado ser falsa para la gran mayoría de los equipos Industriales. A continuación se explican varios conceptos derivados del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, muchos de los cuales a un no son completamente entendidos por los profesionales del mantenimiento industrial.

El contexto operacional antes de comenzar a redactar las funciones deseadas para el activo que se está analizando (primera pregunta del RCM), se debe tener un claro entendimiento del contexto en el que funciona el equipo. Por ejemplo, dos activos idénticos operando en distintas plantas, pueden resultar en planes de mantenimiento totalmente distintos si sus contextos de operación son diferentes.

Un caso típico es el de un sistema de reserva, que suele requerir tareas de mantenimiento muy distintas a las de un sistema principal, aun cuando ambos

sistemas sean físicamente idénticos. Entonces, antes de comenzar el análisis se debe redactar el contexto operacional, breve descripción donde se debe indicar: régimen de operación del equipo, disponibilidad de mano de obra y repuestos, consecuencias de indisponibilidad del equipo (producción perdida reducida, recuperación de producción en horas extra, tercerización objetivos de calidad, seguridad y medio ambiente, etc.

5. DESCRIPCION TECNICA DEL PROYECTO

El proyecto tiene por objeto presentar un mantenimiento basado en un sistema más eficaz, al desarrollar estrategias de mantenimiento de clase mundial, RCM lleva a mejoras rápidas, sostenidas y sustanciales en la disponibilidad y confiabilidad de planta, calidad de producto, seguridad e integridad ambiental.

El RCM enfatiza tanto en las consecuencias de las fallas como en las características técnicas de las mismas mediante:

La integración de una revisión de las fallas operacionales con la evaluación de aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente, esto hace que la seguridad y el medio ambiente sean tenidos en cuenta a la hora de tomar decisiones en materia de mantenimiento.

La atención en las tareas del mantenimiento que mayor incidencia tienen en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, garantizando que la inversión en mantenimiento se utilice donde más beneficio va a reportar.

La guía de forma exacta al personal involucrado en el proceso de mantenimiento para realizar de manera sistemática y correcta las labores que corresponden a cada uno.

6. METODOLOGÍA

Este trabajo se desarrolló bajo una investigación documental y experiencia personal ya que se basó en la revisión de fuentes, planos, artículos y documentos bibliográficos, así como también en manuales de especificaciones técnicas de los equipos, procedimientos utilizados en éstos y la consulta de criterios y metodologías de mantenimiento. También se fundamentó en una Investigación de Campo, la cual permitió la recopilación de datos en el tiempo de ejecución y el lugar donde se desarrolló el estudio, la información se obtuvo en el área de la planta de concretos en el barrio Caribe pudiéndose de esta forma observar las necesidades físicas reales de las actividades.

6.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION

Para la realización de este trabajo, se revisó y recolectó una serie de datos concernientes a las actividades de planificación y ejecución del mantenimiento, con la finalidad de actualizar y mejorar estas acciones. La información recolectada necesaria para cumplir con los objetivos planteados fue teórica - práctica, Entre las técnicas empleadas se encuentran:

6.1.1 Recopilación Bibliográfica

La recopilación bibliográfica, se realizó para la revisión de documentos bibliográficos así como registro de los equipos relacionados con el funcionamiento de los compresores SB1 y SB2, se extrajo información importante, que sirvió como punto de partida para dar apoyo a la elaboración del trabajo.

6.1.2 Fuente Primaria.

Reporte de inspección visual diaria a planta física y equipos, reporte mensual mediante órdenes de servicio para mantenimiento preventivo en equipo.

6.1.3 Fuente Secundaria.

Internet, libros, documentos adquiridos en la empresa y seguimiento durante el estudio realizado.

6.2 PROCEDIMIENTO.

Atención en las tareas del mantenimiento que mayor incidencia tienen en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, garantizando que la inversión en mantenimiento se utilice donde más beneficio va a reportar.

Guía de forma exacta al personal involucrado en el proceso de mantenimiento para realizar de manera sistemática y correcta las labores que corresponden a cada uno.

6.3 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

La información recopilada se clasifica y se organiza de manera sistemática utilizando los siguientes sistemas de ayuda.

6.3.1 Gráficas.

La gráfica, es una técnica que permite ver la información recabada y obtenida del estudio, de una manera que facilita la explicación y el análisis de los resultados de cada objetivo realizado.

6.3.2 Manejo de Programas de Computación

El manejo de programas de computación, permite reducir el tiempo en la aplicación de fórmula, en el ordenamiento de datos, así como también la presentación de resultados y búsqueda de la confiabilidad fueron agilizados con la ayuda y manejo de programas. La información recolectada se analiza y se resume.

Tabla 2 Esquema de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)

EQUIPO:					TAREAS DE MANTENIMIENTO			
SUBSISTEMA	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CONSECUENCIA DE LA FALLA	Inspeccion	Correctivas	Preventivas	Rediseño
	Lo que quiere que haga el equipo	Loque impide al equipo cumplir con su funcion FALLA TECNICA El equipo cumple de forma anormal su funcion	Circunstancias que acompañan un fallo concreto	Lo que se presenta al suceder el modo de falla: Seguridad-Ambiente-Produccion				
Bomba de lubricacion	Lubricar	FF: no lubrica FT: fuga de aceite	No hay aceite Bomba no funciona Filtros obstruidos					

(Fuente: Manual de planificación confiable)

Tabla 3 Programa de mantenimiento (RCM).

EQUIPO:						
SUBSISTEMA	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RESPONSABLE

(Fuente: Manual de planificación confiable)

Tabla 4 Esquema de mantenimiento centrado en la confiabilidad

ANALIZA	Cada sistema y como puede fallar
	Los efectos de cada falla
	Clasifica los efectos de acuerdo al impacto (SEGURIDAD, OPERACIÓN, COSTO)
GRUPO DE TRABAJO	Mantenimiento
	Operario
	Facilitador RCM
PROCEDIMIENTO	Descomponer la planta en areas
	Elaborar lista de equipos
	Descomponer cada equipo en subsistemas
	Asignar el mantenimiento según su funcion
	Realizar lista de tareas
CRITICIDAD DE EQUIPOS	I. Equipo se reemplaza facilmente
	II. La funcuion puede ser sustituida por otro equipo
	III. Disminuye la produccion, pro puede ser sustituido
	IV. Planta a media marcha
	V. Paro de produccion
BENEFICIOS	Mejor compresion de funcionamiento del equipo.
	Estudio de las posibilidades de fallo de un equipo y el desarrollo de mecanismos que lo eviten.
	Elaboracion de planes que garanticen la operación de los equipos (mto, operación, modificaciones, stock de repuestos,...)
	Disminucion de recursos, esfuerzos, centrandose en lo importante.
	Se centra en mantener la funcion que realiza mas que el equipo mismo.
	Reduccion de costos enfocandose en las funciones mas importantes, eliminando las que no son estrictamente necesarias.
	Reduccion del mantenimiento rutinario entre un 40% y 70%
Implementar un lenguaje tecnico comun, sencillo y facil de entender, ademas de todos los respectivos procedimientos.	

Tabla 5 Trabajos de mantenimientos realizados antes de la implementación RCM.

Fecha	Descripción
<p>14-06-13</p> <p>Tiempo 4Horas</p>	<p>INSPECCION COMPRESOR BAJA EN EL QUE SE ENCONTRO:</p> <p>Válvulas de escape con muestra de trabajo con alta temperatura, desgaste de cilindro y anillos en una etapa de 20%, presenta paso de aceite de filtros húmedos por admisión a la salida, se desarmo sistema de válvula check, válvula de alivio y ductos para lavado general, (corrección de fugas de aceite por unidades), cambio de aceite en filtros húmedos, lavado general de unidad, tensión y estado de correas ok.</p>
<p>23-07-13</p> <p>Tiempo 4Horas</p>	<p>PREVENTIVO COMPRESOR BAJA:</p> <p>cambio de aceite en cabezote, cambio de aceite a purificadores de aire de admisión, cambio de filtro de aire, mantenimiento de válvula vertedero de aceite, limpieza general de unidad compresora, revisión de válvula check y de alivio.</p>
<p>19-10-13</p> <p>Tiempo 2Horas</p>	<p>INSPECCION COMPRESOR BAJA</p> <p>Nivel de aceite bien y en buen estado, mantenimiento en la tapa, correas tensionadas y buenas, limpieza general.</p>
<p>18-11-13</p> <p>Tiempo 2Horas</p>	<p>REVISAR POLEAS COMPRESOR DE BAJA:</p> <p>Poleas en buen estado, correas tensionadas y buenas, no hay juego radial, nivel de aceite buenas y en buen estado.</p>
<p>05-12-13</p> <p>Tiempo 4Horas</p>	<p>PREVENTIVO COMPRESOR BAJA:</p> <p>Se realizó cambio de aceite, cambio de filtro de aire, correa buena y en buen estado, corrección de fuga de aceite, limpieza.</p>
<p>13-02-14</p> <p>Tiempo 4Horas</p>	<p>PREVENTIVO COMPRESOR BAJA: Mantenimiento preventivo compresor de baja betico sb2c525, cambio de aceite en filtración húmeda, presión y temperatura de trabajo ok, poleas y correas ok, tiempo de descarga óptimo, corrección de fuga por racor de presóstato y limpieza en general de unidad. Cambio de dos válvulas check tipo.</p>

Fecha	Descripción
26-02-14 Tiempo 1Hora	Cambio de válvula cheque tipo globo en compresor de baja.
12-03-14 Tiempo 2Horas	Revisar transmisión compresor baja: Se detectó residuos en polea de compresor por depósito de caucho en desgaste que con la temperatura generó mayor desgaste en correas. Se limpió y se cambiaron de 3 a 4 correas en unidad suministradas por Argos. Polea motor y compresor en buen estado y operativas alineación y ajuste de acuerdo a manual.
12-03-14 Tiempo 4Horas	Preventivo compresor de baja: Estado y nivel de aceite OK, cambio de aceite filtros húmedos aspiración, cambio de filtro de aceite por fuga, limpieza de pre-cleaner, revisión de manómetro y presóstato operativos, presión de aceite compresor - bomba, limpieza general de unidad, válvulas de seguridad y check.
16-04-14 Tiempo 2Horas	Preventivo compresor baja: Cambio de aceite filtros húmedos, mantenimiento tapa válvula, revisión correas y polea, limpieza general.
11-06-14 Tiempo 4Horas	MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMPRESOR DE BAJA BETICO Cambio de aceite, cambio de filtros, mantenimiento tapa válvula, limpieza general, revisión correas y poleas.
10-07-14 Tiempo 3Horas	MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMPRESOR BAJA BETICO SB2: Mantenimiento tapa válvula, cambio de aceite filtro, revisión nivel de aceite, revisión poleas y correas, limpieza general equipo.
15-08-14 Tiempo 3Horas	MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMPRESOR DE BAJA: Cambio de aceite filtros húmedos, mantenimiento tapa válvula, limpieza general, adición cabezote, revisión correas y poleas, 1647.7 Hrs.
13-09-14 Tiempo	PREVENTIVO COMPRESOR DE BAJA: Inspección nivel y estado de aceite Ok, cambio filtro de aceite, limpieza general,

Fecha	Descripción
2Horas	mantenimiento tapa válvula.
24-10-14 Tiempo 4Horas	MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMPRESOR DE BAJA: Nivel de aceite y cabezote sobrepasa el full y en buenas condiciones, cambio de aceite a filtros húmedos, presión de bomba de lubricación 30 PSI en caliente, admisión pre-filtros adecuada, presóstato desconectado en parte eléctrica, mantenimiento válvula de vacío, revisión de tensión en correas y estado de las mismas, alineación de poleas, revisión válvulas admisión y escape, lavado general. Nota: paso de aceite por desgaste de camisas

Tabla 6 Esquema de análisis aplicado

ANALIZA		
Fallo de cada sistema	Efecto	Impacto (seguridad, operación, costo)
admisión	calentamiento, perdida de presión.	alto, fácil reemplazo, bajo costo
compresión	paso de aceite, bajo rendimiento	medio, difícil reemplazo, alto costo
Escape	Rotura de válvulas, paro total	alto, fácil reemplazo, alto costo
GRUPO DE TRABAJO		
Mantenimiento	Operario	Facilitador RCM
revisa fallo	reporta fallo	Dirige grupo de atención a solución

PROCEDIMIENTO		
Equipos	Subsistemas	Tipo mantenimeinto
compresor baja	Admisión(filtros húmedos y válvulas admisión), compresión(anillos-camisas), escape(válvulas escape, multiple, valvulas check y de seguridad)	limpieza, cambio de aceite y calibración; cambio de anillos y glaceada de camisas; limpieza, inspección y calibración.
CRITICIDAD DE EQUIPO		
Facil reemplazo <input type="checkbox"/>	Disminuye producción <input type="checkbox"/>	Para producción <input type="checkbox"/>

(Fuente: Mantenimientos realizados a los equipos.)

7. CONCLUSIONES

La ejecución del proyecto para la implementación del RCM en compresor de baja presión en concreto argos, debe servir de guía para poder desarrollar este tipo de procesos en otros equipos estratégicos.

Al desarrollar este proyecto se afianza más el concepto que cada proyecto es único en términos de su tamaño, problemas, restricciones, diversidad y manejo de recursos.

La gestión del recurso humano en este proyecto, permitió agilizar la implementación del proceso de RCM en la planta de concreto, aunque es renuente el cambio en cierto personal por involucrar procesos adicionales a los estipulados, se logró instruir mediante capacitaciones personalizadas a todas las áreas involucradas, y se elaboraron estructuras que facilitaron la comunicación, el trabajo en equipo y la integración del personal

El proyecto permitió realizar un seguimiento personalizado para lograr visualizar de primera mano los puntos críticos que generan el avance durante el desarrollo.

Con la aplicación del RCM al compresor de la planta de concreto, se logró la optimización de las técnicas de mantenimiento aplicadas a equipos, como son listas de chequeo, ubicación de manuales de mantenimiento preventivo y predictivo lo que a futuro debe garantizar confiabilidad, disponibilidad, seguridad y mejor uso en la administración de repuestos claves y consumibles en estos equipos.

Resultó importante para el equipo involucrado en el proyecto garantizar que el personal de trabajo, tuviera el conocimiento técnico necesario, la experiencia vivida por daños y problemas directamente relacionados con el equipo, lo que permitió cumplir con las especificaciones de tiempo y alcance.

Para lograr la implementación de este sistema a nivel organizacional se requiere introducir un grupo importante de trabajo que se apropie del desarrollo e implementación de esta filosofía como el RCM.

8. RECOMENDACIONES

Para garantizar plenamente el éxito del proyecto es requerido dar el adecuado seguimiento y control a futuro; para ello se recomienda realizar auditorías trimestrales que permitan verificar el cumplimiento de las acciones proactivas recomendadas.

Para futuros planes de implementación de RCM en activos, se deben tener en cuenta las otras áreas no desarrolladas, con el fin de optimizar proyectos de esta índole y tipo macro.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

MURILLO, William. Curso taller mantenimiento centrado en confiabilidad. Santa Fe de Bogotá D.C.: Asociación colombiana de ingenieros, 2006. 3 – 104 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas Colombianas para la presentación de trabajos escritos. Sexta actualización. Santa Fe de Bogotá D.C.: Icontec, 2008. 1 – 36 p.

AVALLON A., Eugene-BAUMEISTER, Theodore. Manual del ingeniero Mecánico tomo I, novena edición, 1995. 4.1-4-2 p.

Fuente: Tomado de: <https://avdiaz.files.wordpress.com/2012/06/calidad-y-confiabilidad.pdf>. (Recuperado de: 15/08/2014).

Fuente: Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Tribolog%C3%ADa>. (Recuperado de: 15/08/2014).

Fuente: Tomado de: [http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_\(m%C3%A1quina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_(m%C3%A1quina)). (Recuperado de: 09/08/2014).

Fuente: Tomado de: http://360gradosblog.com/index.php/produccion-de-concreto-premezclado/video/?utm_source=google%20tecnologia%20del%20concreto&utm_medium=google%20tecnologia%20del%20concreto&utm_campaign=google%20search%20tecnologia%20del%20concreto&gclid=CL7XtcGdhMICFWYF7AodIzQANw (Recuperado de: 09/08/2014)