

FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS CRÍTICOS
DE LA PLANTA DE DOSIFICACIÓN DE CONCRETO DE CEMEX BOSA

KAREN LILIANA RODRÍGUEZ CÁRDENAS
RAFAEL ORLANDO LARA OJEDA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2014

FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS CRÍTICOS
DE LA PLANTA DE DOSIFICACIÓN DE CONCRETO DE CEMEX BOSA

KAREN LILIANA RODRÍGUEZ CÁRDENAS
RAFAEL ORLANDO LARA OJEDA

Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de Especialista
en Gerencia de mantenimiento

Director: JULIÁN AUGUSTO BARRERO ALDANA
Ingeniero especialista en ingeniería de operaciones en manufactura y
servicios

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2014

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. CEMEX CONCRETO	17
1.1 ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	17
1.1.1 Reseña histórica.....	17
1.1.2 Localización	17
1.1.3 Proceso de dosificación de concreto.....	18
1.2 MANTENIMIENTO ACTUAL.....	19
1.2.1 Recursos de mantenimiento.....	19
1.2.2 Indicadores.....	20
1.2.3 Flujograma de mantenimiento	20
1.2.4 Sistema de información	21
1.2.5 Formatos	22
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
1.4 OBJETIVOS.....	23
1.4.1 Objetivo general	23
1.4.2 Objetivos específicos	23
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	23
2. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	24
2.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO	25
2.2.1 Mantenimiento correctivo	25
2.2.2 Mantenimiento preventivo	25
2.2.3 Mantenimiento predictivo	26
2.3 INDICADORES DE MANTENIMIENTO	26

2.4	CODIFICACIÓN DE EQUIPOS	28
2.5	ANÁLISIS DE CRITICIDAD	28
2.6	FORMATOS DE MANTENIMIENTO.....	29
3.	RECOPILACIÓN Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	31
3.1	PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL	31
3.1.1	Lubricación de toda la planta	31
3.1.2	ILAR (Instalación, Lubricación y Reporte)	31
3.1.3	DINR (Desmontaje, Inspección y Reporte)	31
3.1.4	Mantenimiento correctivo programado	31
3.2	EQUIPOS	31
3.2.1	Análisis de criticidad de equipos	35
3.2.2	Información técnica de equipos críticos	39
4.	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	51
4.1	MANTENIMIENTO A IMPLEMENTAR.....	51
4.1.1	Lubricación	51
4.1.2	Plan de mantenimiento.....	52
4.1.3	Rutinas de mantenimiento.....	54
4.1.4	Programa de mantenimiento	74
5.	INDICADORES DE MANTENIMIENTO	79
5.1	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS	79
5.2	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR.....	79
5.3	COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR MANTENIMIENTO	80
5.4	ÍNDICE DE CUMPLIMIENTO DE LA PLANIFICACIÓN.....	80
5.5	TIEMPO MEDIO DE RESOLUCIÓN DE UNA O.T	80
5.6	COSTO MEDIO DE MANO DE OBRA.....	81

5.7	ÍNDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO	81
6.	FORMATOS PROPUESTOS PARA MANTENIMIENTO	82
7.	FORMATO DE ANÁLISIS DE FALLAS	86
8.	CONCLUSIONES.....	90
9.	RECOMENDACIONES	91
	BIBLIOGRAFÍA.....	92
	ANEXOS.....	94

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Equipos que componen la planta dosificadora de concreto Cemex Bosa.....	32
Tabla 2. Estimación de frecuencia de fallas.....	36
Tabla 3. Criterios de análisis de criticidad.....	37
Tabla 4. Resultados de análisis de criticidad	38

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Ubicación de planta de dosificación concreto Cemex Bosa.....	17
Figura 2. Planta de dosificación concreto Cemex Bosa.....	18
Figura 3. Diagrama del proceso de dosificación de concreto	19
Figura 4. Organigrama mantenimiento de Cemex concreto	20
Figura 5. Flujograma de mantenimiento preventivo	21
Figura 6. Matriz de criticidad	38
Figura 7. Motor banda transportadora	40
Figura 8. Reductor y poleas de banda transportadora.....	40
Figura 9. Tambor de cabeza de banda transportadora.....	41
Figura 10. Tambor de cola de banda transportadora.....	41
Figura 11. Tolva báscula dosificadora de arena y agregado	42
Figura 12. Silo de cemento 1	43
Figura 13. Válvula del silo de cemento	44
Figura 14. Báscula dosificadora de cemento y cementante.....	44
Figura 15. Válvula del silo de cemento	45
Figura 16. Motorreductor tornillo transportador.....	46
Figura 17. Silo de cemento 2	46
Figura 18. Silo de Cementante	47
Figura 19. Motobomba centrífuga	48

Figura 20. Cuenta litros de bomba centrífuga	48
Figura 21. Compresor de aire	49
Figura 22. Tablero de control eléctrico.....	49
Figura 23. Lubricación de equipos críticos de planta dosificadora Cemex Bosa	51
Figura 24. Plan de mantenimiento de equipos críticos	53
Figura 25. Inspección y mantenimiento sistema banda transportadora R1	54
Figura 26. Inspección y mantenimiento sistema banda	55
Figura 27. Inspección y mantenimiento sistema banda	56
Figura 28. Inspección y mantenimiento sistema banda	57
Figura 29. Inspección y mantenimiento sistema banda	57
Figura 30. Inspección y mantenimiento sistema banda	58
Figura 31. Inspección y mantenimiento sistema tornillo	58
Figura 32. Inspección y mantenimiento sistema tornillo.....	59
Figura 33. Inspección y mantenimiento sistema tornillo	59
Figura 34. Inspección y mantenimiento sistema tornillo	60
Figura 35. Inspección y mantenimiento sistema tornillo.....	60

Figura 36. Inspección y mantenimiento sistema tornillo transportador R6	61
Figura 37. Inspección y mantenimiento Sistema dosificación de agua R1	61
Figura 38. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de agua R2	62
Figura 39. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de agua R3	62
Figura 40. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de agua R4	63
Figura 41. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de agua R5	63
Figura 42. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de cemento y cementante R1.....	64
Figura 43. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de cemento y cementante R2.....	65
Figura 44. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de cemento y cementante R3.....	66
Figura 45. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de cemento y cementante R4.....	67
Figura 46. Inspección y mantenimiento compresor R1	67
Figura 47. Inspección y mantenimiento compresor R2	68
Figura 48. Inspección y mantenimiento compresor R3	68
Figura 49. Inspección y mantenimiento compresor R4	69
Figura 50. Inspección y mantenimiento compresor R5.	69
Figura 51. Inspección y mantenimiento tableros de control R1	70
Figura 52. Inspección y mantenimiento tolvas R1.....	71
Figura 53. Inspección y mantenimiento tolvas R2.....	72

Figura 54. Tabla de torques	72
Figura 55. Protocolo de verificación de básculas dosificadoras	73
Figura 56. Programa de mantenimiento.....	75
Figura 57. Reporte de trabajos de mantenimiento en planta	83
Figura 58. Formato reporte de fallas.....	84
Figura 59. Formato tiempo de resolución de O.T.....	85
Figura 60. AMEF de proceso	89

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Formato preventivo industrial	94
ANEXO B. Formato plan de mantenimiento	95
ANEXO C. Formato orden de trabajo	96
ANEXO D. Formato lubricación de planta	101
ANEXO E. Formato ILLAR	103
ANEXO F. Formato ficha técnica de equipos	113
ANEXO G. Resultado análisis de criticidad	114
ANEXO H. Ficha de mantenimiento de motor de banda transportadora.....	122
ANEXO I. Ficha de mantenimiento reductor de banda transportadora.....	126
ANEXO J. Ficha de mantenimiento de poleas.....	129
ANEXO K. Ficha de cinta transportadora	130
ANEXO L. Ficha de mantenimiento de válvulas	131
ANEXO M. Ficha de mantenimiento motor sin fin corona.....	132
ANEXO N. Ficha de mantenimiento reductor tornillo sinfin	135
ANEXO O. Ficha de mantenimiento de motobomba	138
ANEXO P. Ficha de mantenimiento de compresor	145

RESUMEN

TITULO: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS CRITICOS DE LA PLANTA DE DOSIFICACION DE CONCRETO DE CEMEX BOSA*

AUTOR: KAREN LILIANA RODRIGUEZ CARDENAS, RAFAEL ORLANDO LARA OJEDA**

PALABRAS CLAVE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO, MANTENIMIENTO CORRECTIVO, CONCRETO, ANALISIS CRITICIDAD, INDICADORES DE MANTENIMIENTO, PLANTA DOSIFICADORA, FORMATOS DE MANTENIMIENTO.

CONTENIDO: En esta monografía se plantea el mantenimiento para equipos críticos de la planta de dosificación de concreto de CEMEX-BOSA, con el fin de mejorar el plan de mantenimiento que actualmente están aplicando.

Inicialmente se identificaron y enlistaron todos de los equipos que componen la planta dosificadora de concreto, seguidamente se clasificaron en sistemas y subsistemas, para luego proceder a asignarles un código que permitiera y facilitara saber su ubicación, por ultimo por medio del análisis de criticidad, método factores ponderados, se lograron clasificar los equipos en críticos, semicríticos, y no críticos, logrando de esta manera que mantenimiento tenga claro cuáles son los equipos a los cuales debe prestar mayor atención y dar mayores recursos.

En esta monografía el grupo de interés fue el grupo de equipos críticos, así que después de tenerlos identificados, se procedió a indagar toda la información técnica de cada uno como referencias, marcas, y especificaciones, de esa manera se lograron consultar las fichas técnicas y manuales de fabricante, con los cuales junto con la información y experiencia brindada por el personal de la planta dosificadora concreto Cemex Bosa se determino el tipo de mantenimiento a realizar a cada equipo, las rutinas de mantenimiento, el plan de mantenimiento y el programa de mantenimiento.

Por otra parte con el fin de llevar un mantenimiento más organizado, y tener registro de cada una de las actividades de mantenimiento realizadas, se revisaron y formularon nuevos formatos. Adicionalmente se plantearon nuevos indicadores para poder evaluar y medir el desempeño de mantenimiento.

* Monografía

** Facultad de ingenierías Físico – Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Ing. Julian Augusto Barrero Aldana

ABSTRACT

TITLE: FORMULATION OF THE MAINTENANCE PLAN OF CRITIC EQUIPMENT IN THE DOSAGE PLANT OF CONCRETE CEMEX BOSA

AUTHOR: KAREN LILIANA RODRIGUEZ CARDENAS, RAFAEL ORLANDO LARA OJEDA**

KEYWORDS: PREVENTIVE MAINTENANCE, CORRECTIVE MAINTENANCE, CRITICALITY ANALYSIS, MAINTENANCE INDICATORS, METERING/DOSAGE PLANT, MAINTENANCE FORMATS

CONTENTS: This monograph maintaining critical plant equipment dosage CEMEX concrete - BOSA, in order to improve the maintenance plan currently applying arises .

Initially identified and enlisted all of the teams that make up the batch plant concrete, then fell into systems and subsystems, and then they proceed to assign a code to enable and facilitate know your location, finally through criticality analysis method weighting factors, were achieved critical classifying machines, semi-critical and non-critical, thus achieving that maintenance be clear on which teams should pay more attention and give more resources are.

In this paper the interest group was the group of critical equipment , so after having them identified , we proceeded to investigate all the technical information of each as references, brands and specifications, that way you managed to check the technical specifications and manufacturer manuals , which together with the information and experience provided by the staff of the concrete batch plant Cemex Bosa the maintenance guy to make each team was determined , routine maintenance , the maintenance plan and maintenance program .

Moreover in order to lead a more organized maintenance, and have a record of each of the maintenance activities performed, reviewed and made new formats. Additionally new indicators to assess and measure the performance of maintenance were raised.

*Monograph

**Faculty of Mechanical Engineering-Physical. Expertise in management of maintenance, Director: Eng. Julian Augusto Barrero Aldana

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha notado una creciente demanda en el mercado de los productos para construcción, razón por la cual, en este sector las plantas de concreto han adquirido gran importancia y este tipo de industria ha aumentado. Gracias a la globalización de hoy en día encontramos no solo empresas multinacionales sino también de inversionistas locales, los cuales cuentan con excelentes estándares de calidad para estar dentro del segmento de los más competitivos.

En la actualidad, la competencia no se basa en la industria más robusta, sino que entra a formar parte crucial del negocio, las fábricas con menores costos de operación. Esto se logra mejorando y optimizando los procesos, haciéndolos más eficientes y eficaces, es en este momento donde el mantenimiento de equipos desempeña un papel fundamental en los avances que toda industria busca hacia la filosofía de mejora continua.

Entrando al tema de la mejora continua y globalización, se busca trabajar de tal forma que la administración y planeación funcionen como eslabones unidos, teniendo en cuenta los activos, procesos y personal. Adicional a esto, contar con personal capacitado y con experiencia que aporte su conocimiento, y de esta manera lograr el óptimo funcionamiento de la planta, llevando a que la empresa sobresalga en el sector por su calidad y cumplimiento.

Esto visto desde la parte gerencial, genera una retroalimentación permanente de la cual se obtienen indicadores de desempeño y rentabilidad que se reflejan en mayor producción a un menor costo y amplia confiabilidad de los equipos utilizados en el proceso, logrando así, brindar un mayor cumplimiento en pedidos.

Con base en la competencia globalizada que se vive hoy en todos los sectores y a la importancia que el cliente tiene en la cadena productiva, se plantea que CEMEX CONCRETOS enfoque su mantenimiento en los equipos críticos, ya que son los activos fundamentales de los cuales depende la producción continua de concreto.

1. CEMEX CONCRETO

1.1 ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

1.1.1 Reseña histórica La empresa Cemex fue fundada en el año 1906, cuando fue creada la planta cementos hidalgo en México, desde entonces ha venido aumentando su capacidad de producción, realizando fusiones y aperturas de más plantas hasta convertirse en el principal productor de cemento en México en 1976.

En 1985 Cemex ya estaba exportando cemento y Clinker. Años después empieza a realizar su expansión internacional en el mercado europeo, Sudamérica, Centroamérica, Asia, África, convirtiéndose en 1996 en la tercera compañía cementera más grande del mundo al adquirir cementos diamante y Samper en Colombia. En 2005 CEMEX duplica su tamaño con la adquisición de RMC, sumando operaciones en 20 países adicionales, principalmente en Europa.

1.1.2 Localización La planta de dosificación de concreto Cemex Bosa, se encuentra ubicada en la autopista sur cll 57 Z sur No 76-05 del barrio Bosa en Bogotá D.C, cerca de la terminal del sur, en la Figura 1 se puede observar su ubicación.

Figura 1. Ubicación de planta de dosificación concreto Cemex Bosa

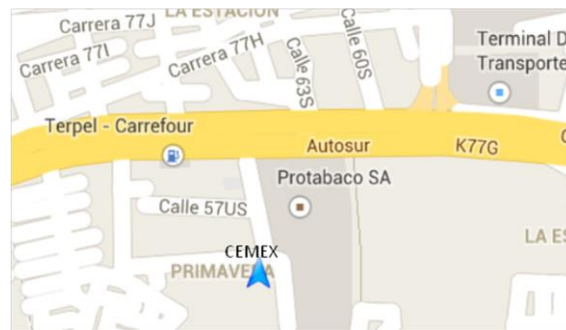


Imagen extraída de Google Maps.

1.1.3 Proceso de dosificación de concreto El proceso de producción del concreto tiene como materia prima la mezcla entre grava, arena, cemento, agua y aditivo. En la figura 2 se muestra la foto de la planta.

Figura 2. Planta de dosificación concreto Cemex Bosa



Fuente: Autores

Grava y arena: son almacenados en patio y transportados a las básculas con ayuda de un cargador frontal. Allí son dosificados y por medio de una banda transportadora son llevados al chut de descarga que entrega al camión revolvedor.

Cemento: almacenado en silos que por gravedad llega a una báscula, la cual tiene una válvula neumática que permite la dosificación del cemento, de allí es transportado por un tornillo sin fin al chut de descarga que entrega al camión revolvedor.

Agua: almacenada en tanque y transportada con ayuda de una bomba centrífuga al chut de descarga. La dosificación es controlada con un caudalímetro.

Aditivos: se utilizan tres tipos de aditivos: plastificante, retardante y acelerante. Estos se encuentran almacenados en silos que cuentan con bombas de

Ingeniero de mantenimiento preventivo: es quien realiza programación de mantenimiento preventivo, teniendo en cuenta el plan de mantenimiento estipulado de acuerdo a los manuales del fabricante de los equipos. Además apoya el mantenimiento preventivo de las plantas externas.

Ingeniero de mantenimiento correctivo: coordina la ejecución del mantenimiento correctivo programado y realiza retroalimentación al equipo de mantenimiento. Además de solucionar paradas inesperadas.

En la figura 4 se observa el organigrama actual del equipo de mantenimiento de Cemex concreto.

Figura 4. Organigrama mantenimiento de Cemex concreto



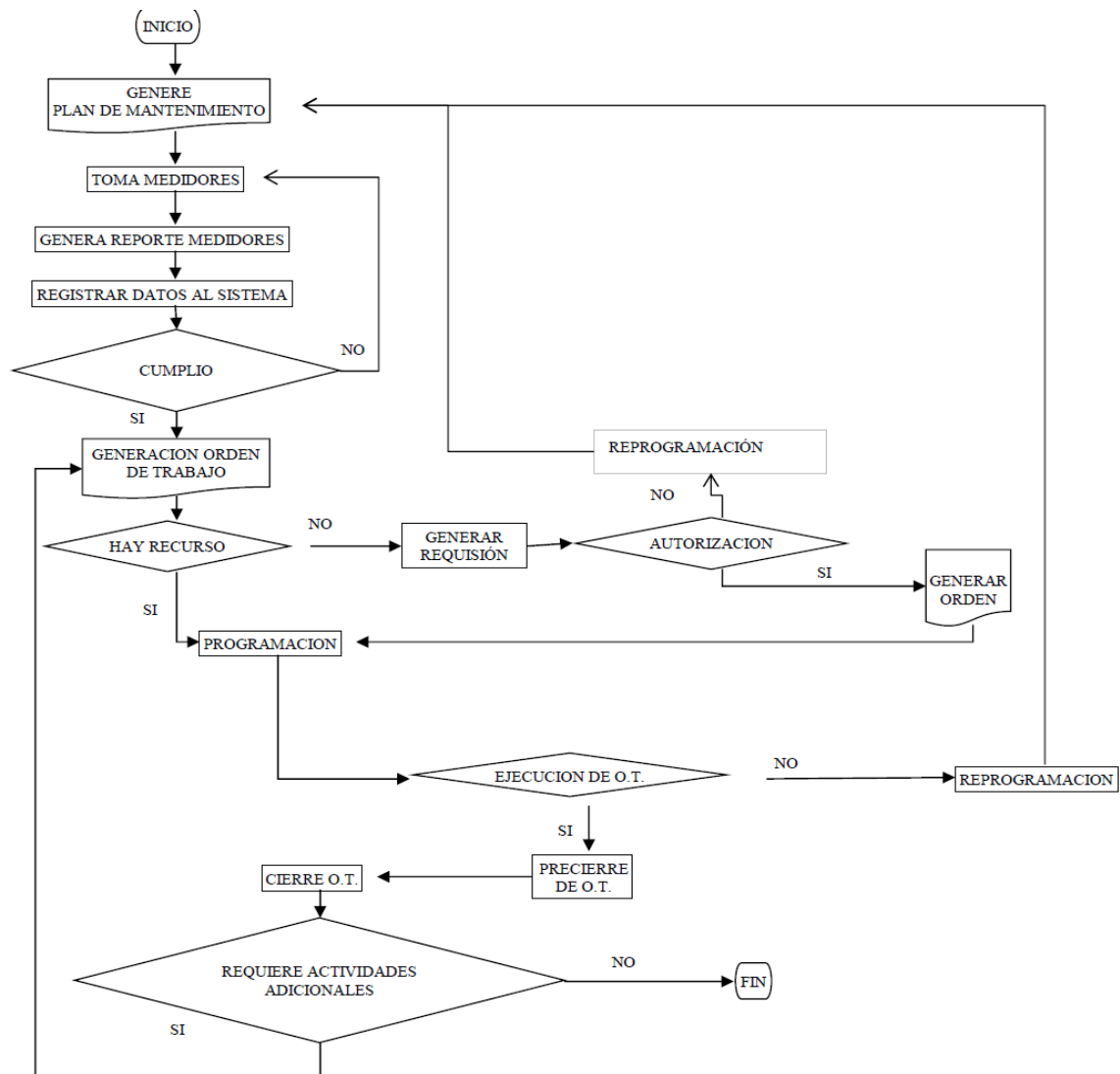
Fuente: CEMEX S.A.

1.2.2 Indicadores Actualmente Cemex está trabajando solo con un indicador que es:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Cantidad de tiempo disponible} * 100}{\text{Cantidad de tiempo programado de operación}}$$

1.2.3 Flujograma de mantenimiento En Cemex se tiene planteado el flujograma que se muestra en la Figura 5 para llevar a cabo el proceso de mantenimiento.

Figura 5. Flujograma de mantenimiento preventivo



Fuente: CEMEX S.A.

1.2.4 Sistema de información Cemex tiene como apoyo el sistema de información SAP, sin embargo mantenimiento no lo está utilizando de la mejor manera, ya que teniendo en cuenta que con el sistema de información SAP se podrían obtener muchos beneficios para mantenimiento, como obtener una hoja de vida completa de los equipos, seguimiento de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, seguimiento a indicadores propuestos, solo lo están aprovechando para causar costos de mantenimiento, realizar órdenes de compra y generar órdenes de trabajo manual.

1.2.5 Formatos Actualmente Cemex maneja los siguientes formatos que hacen parte de mantenimiento:

- Formato preventivo equipo industrial - COL-MTO-PT-02/1: en este formato se registran las ordenes de trabajo de mantenimiento preventivo que se han generado junto con la planta a la que pertenece, la descripción de la orden, la fecha y la persona que debe ejecutarla. Ver formato en Anexo A.
- Formato plan de mantenimiento preventivo - COL-MTO-PT-02/4: allí se plasma la frecuencia con que se deben realizar los procedimientos específicos a los equipos. Ver formato en Anexo B.
- Formato de orden de trabajo: en este formato se plasma la clase de actividad que se le debe realizar al equipo: ubicación, numeración, estado, prioridad, fecha de inicio, fecha de finalización y procedimiento. Ver formato en Anexo C.
- Formato lubricación de planta: este formato muestra la rutina de lubricación de todos los equipos de la planta. Ver formato en Anexo D.
- Formato ILAR (instalación, lubricación, y reporte) y DINR (desmontaje, inspección y reporte): en este formato se plasma la rutina de inspección visual y lubricación general de toda la planta, y el desmontaje que se debe a realizar a algunos de los equipos. Ver formato en Anexo E.
- Formato ficha técnica de equipos: en este formato se registran las especificaciones generales del equipo, información sobre la transmisión de potencia, y listado de partes y repuestos. Ver formato en Anexo F.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La planta dosificadora de concreto de Cemex Bosa es una de las plantas principales de la zona y abarca un gran porcentaje de pedidos de este material para obras civiles. Eventualmente esta planta tiene problemas con la ejecución de su plan de mantenimiento, lo que ha generado paradas inesperadas que afectan su producción y esto conlleva al incumplimiento en la entrega del producto.

En esta planta falta realizar análisis de criticidad para determinar equipos importantes en el proceso y así poder realizar una planeación y mantenimiento adecuado, se requiere actualizar los formatos de inspección y mantenimiento de equipos, y formular más indicadores de gestión.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general Formular el plan de mantenimiento para equipos críticos de la planta dosificadora de concreto de Cemex Bosa.

1.4.2 Objetivos específicos

- Encontrar los equipos críticos de la planta dosificadora de concreto
- Definir el tipo de mantenimiento a realizar a cada equipo crítico
- Planear el mantenimiento a equipos críticos
- Plantear nuevos indicadores para el área de mantenimiento
- Revisar y mejorar formatos actuales de mantenimiento
- Plantear formato de análisis de fallas a equipos críticos

1.5 JUSTIFICACIÓN

Con este trabajo se quiere formular el plan de mantenimiento más adecuado para la planta dosificadora de concreto, con el fin de disminuir paradas inesperadas que puedan provocar retrasos en la producción, ya que el servicio de entrega se ve impactado fuertemente en estos casos, disminuyendo la confiabilidad hacia el cliente.

Para la empresa es muy importante el cumplimiento con sus clientes para no perder el reconocimiento que a través de su trayectoria ha logrado, por tal razón se requiere tener la planta en óptimas condiciones de mantenimiento.

Todo esto se llevará a cabo teniendo como base el análisis de criticidad de los equipos para así direccionar la mayor atención del departamento de mantenimiento hacia estos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento se ha convertido en un tema primordial para las empresas que requieren que su producción sea lo más cercano a lo proyectado. Muchos años atrás solo se trabajaba con mantenimiento correctivo, llamado de ruptura o reactivo, que se refiere a interferir la maquina cuando deja de funcionar, provocando bastantes problemas y pérdidas por paradas inesperadas. Solo hasta el año 1950 un grupo de japoneses incursionó con otro método llamado mantenimiento preventivo, que se basaba en las recomendaciones del fabricante de cada equipo para desarrollar programas de lubricación e inspección, sin embargo, este método resultó bastante costoso porque algunas veces se reemplazaban partes de un equipo teniendo en cuenta el tiempo estimado de vida útil, y quizá podría haber funcionado por más tiempo.

En 1960 se conoció el mantenimiento productivo, que permitía que el personal de mantenimiento tuviera mayores responsabilidades considerando la confiabilidad y diseño del equipo.

En 1970 tomó lugar un concepto de mejoramiento continuo, llamado TPM, el cual consistía en involucrar a todos y cada uno de los miembros de la organización hacia la optimización de cada máquina, sin importar si eran trabajadores, operarios, supervisores, ingenieros, administradores.

A principios de los años 80 se empieza a realizar estudios CAUSA-EFECTO para averiguar el origen de los problemas, y así actuar antes de que las consecuencias sean inadmisibles, es lo que se llama Mantenimiento Predictivo

Y finalmente desde los primeros años de los 90 entra en juego el mantenimiento basado en el riesgo (MBR), que contempla un adecuado mantenimiento para aumentar la disponibilidad y reducir los costos.

2.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.2.1 Mantenimiento correctivo Es aquel mantenimiento que se realiza cuando aparece la falla, es identificado por que se realizan actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados.

Este mantenimiento se aplica en sistemas complejos, en sistemas en los que es imposible predecir los fallos, en sistemas secundarios cuya avería no afectan de forma importante a la producción o cuando el coste total de las paradas ocasionadas sea menor que el coste total de las acciones preventivas.

Para llevar a cabo este mantenimiento no se requiere de una gran estructura técnica, ni elevada capacidad de análisis, además se aprovecha al máximo la vida útil de los equipos, pero también trae grandes inconvenientes: “los fallos pueden causar daños irreparables a otros elementos del sistema, el precio de mantenimiento puede ser bastante elevado, riesgo de fallos de elementos difíciles de adquirir, lo que implica la necesidad de un “stock” de repuestos importante y baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo disponible para reparar”¹.

2.2.2 Mantenimiento preventivo Es aquel mantenimiento con el que se programan una serie de actividades de inspección de los equipos, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, análisis, limpieza, lubricación y calibración, que deben llevarse a cabo de forma periódica, con el fin de detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno, manteniendo así los equipos en optima operación.

Las ventajas de realizar mantenimiento preventivo son: reducción en paradas imprevistas de los equipos, disminución del tiempo muerto (tiempo de parada de equipos), y disminución de existencias en almacén, sin embargo no se aprovecha la vida útil completa del equipo, aumenta el costo de mantenimiento, y disminuye la disponibilidad si no se selecciona convenientemente la frecuencia de las acciones preventivas.

¹ Libro de mantenimiento industrial. [En línea] Consultado el 7 junio de 2013. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/18358130/Libro-de-Mantenimiento-Industrial>.

“El mantenimiento preventivo se puede planificar: definiendo el inventario técnico, con manuales, planos y características de cada equipo, estableciendo su vida útil, codificando los equipos, clasificándolos según su criticidad, realizando formatos de mantenimiento, estableciendo sistemas de inspección, determinando los trabajos a efectuar periódicamente, estableciendo la fecha exacta a realizar cada trabajo, realizando registro de reparaciones, repuestos y costos, revisando y actualizando cada trabajo”².

2.2.3 Mantenimiento predictivo El mantenimiento predictivo se basa en realizar actividades de seguimiento y diagnóstico continuo con el fin de detectar algún síntoma de fallo y así poder determinar cuándo se debe intervenir el equipo antes de que este ocurra.

Generalmente se utiliza en equipos como maquinaria rotativa, motores eléctricos, equipos estáticos, equipos eléctricos e instrumentación, en donde se pueden monitorear diferentes parámetros como presión, temperatura, vibraciones, ruido, etc.

Las ventajas que se obtienen con este tipo de mantenimiento son: “determinación óptima del tiempo para realizar el mantenimiento preventivo, ejecución sin interrumpir el funcionamiento normal de equipos e instalaciones, mejora el conocimiento y el control del estado de los equipos, el registro de la historia de los análisis, sin embargo unos de los inconvenientes son: se requiere personal mejor capacitado e instrumentación de análisis costosa, no es viable una monitorización de todos los parámetros funcionales significativos, por lo que pueden presentarse averías no detectadas por el programa”³.

2.3 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Los indicadores nos permiten convertir datos en información útil para conocer cómo está funcionando el departamento de mantenimiento y así tomar decisiones sobre la evolución de este departamento.

Es importante definir cuáles serán esos indicadores y tener cuidado con esa elección, pues se corre el riesgo de utilizar una serie de números que no aporten una información útil, o tomar datos, procesarlos y obtener a cambio otros datos.

² MUÑOZ ABELLA, María Belén. Mantenimiento Industrial. Tecnología de Máquinas, 4º Ingeniería Industrial. Leganés, 2003.

³ Libro de mantenimiento industrial. [En línea] Consultado el 13 julio de 2013. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/18358130/Libro-de-Mantenimiento-Industrial>.

Otro aspecto importante es tener en cuenta que “no solo es valioso conocer el valor de un indicador o índice, sino también su evolución. Por ello, en el documento en el que se expongan los valores obtenidos en cada uno de los índices que se elijan se recomienda reflejar su evolución, mostrando junto al valor actual los valores de períodos anteriores (meses o años anteriores) para conocer si la situación mejora o empeora. También es importante fijar un objetivo para cada uno de estos índices, de manera que la persona que lea el documento donde se exponen los valores alcanzados en el periodo que se analiza comprenda fácilmente si el resultado obtenido es bueno o malo”⁴.

Algunas reglas fundamentales para un buen sistema de indicadores:

- Los resultados deben medir lo que realmente la empresa espera del departamento de mantenimiento
- Los indicadores deben ser representativos y fáciles de medir.
- Los indicadores deben tener en cuenta a los clientes internos.
- Analizar la posibilidad de medir tiempos de ciclos y procesos.
- Analizar indicadores de la competencia (Benchmarking)
- Implantar una cultura de medición en los operarios.
- Utilizar sólo e indispensablemente los indicadores que le interesen.
- Eliminar o cambiar aquellos indicadores que lo precisen⁵

A continuación algunos de los indicadores más utilizados en mantenimiento:

TEMF- Tiempo medio entre fallas: relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el período observado.

TMPR- Tiempo medio para la reparación: relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el período observado.

TMPF- Tiempo medio para la falla: relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el período observado.

⁴ GARCÍA GARRIDO, Santiago. Indicadores en Mantenimiento. [En línea] Consultado el 16 de agosto de 2013. Disponible en <http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/indicadores+de+mantenimiento>.

⁵ ESPINOSA FUENTES, Fernando. INDICADORES DE EFICIENCIA DE MANTENIMIENTO. Charlas para la gestión del mantenimiento. 2013.

CMFT- Costo de mantenimiento por facturación: relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación de la empresa en un período determinado

Disponibilidad de equipos: relación entre el tiempo total de operación de cada ítem controlado y la suma de esos tiempos con los tiempos de mantenimiento de los mismos ítems⁶.

2.4 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

La codificación de equipos es una herramienta importante en mantenimiento, ya que con esto se logra facilitar la localización de los equipos rápidamente e identificar cada equipo individualmente sin el riesgo de caer en confusión.

Esta codificación se puede realizar de dos formas:

- Codificación no significativa: es aquella codificación que nos ayuda a ubicar el equipo, pero no aporta mayor información adicional. Es un código simple y generalmente, contiene seis o menos caracteres alfanuméricos. Un ejemplo de este tipo de codificación se encuentra a continuación:

AA XX XX

Dónde:

AA Es el tipo de máquina (bomba, compresor, ventilador)

XX Área o sector donde se encuentra (zona de la planta que tiene una característica común, como línea del producto, centro de costo, función)

XX Número de máquina: indica si hay más de un equipo del mismo tipo

- Codificación significativa: este tipo de código aporta información significativa de la máquina, como la planta donde se encuentra, el área de trabajo, tipo de equipo⁷

2.5 ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una metodología que permite jerarquizar o priorizar procesos, sistemas y equipos, en función de su impacto, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas, enfocando los esfuerzos y recursos

⁶ PAURO, Ricardo. Indicadores de Mantenimiento: ¿Qué se debe medir y por qué? 2013.

⁷ PANTOJA, Yuscy, y VALBUENA, Elkin. Ingeniería de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería mecánica. 2012. [En línea] Consultado el 5 de enero del 2014. Disponible en <http://www.slideshare.net/Dabyus/codificacin-de-equipos>.

en áreas donde sea más importante mejorar la confiabilidad operacional. Permite generar una lista de elementos que se clasifican en tres zonas: alta criticidad, media criticidad, y baja criticidad.

Después de identificar las tres zonas es mucho más fácil establecer de manera eficiente los programas y planes de mantenimiento que se aplicarán a cada equipo.

Para calcular la criticidad de un equipo se deben transformar las características cualitativas de este, en un valor numérico que permita clasificarlo objetivamente en relación al resto de los equipos. Para esto generalmente se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia está referida con: el impacto, la flexibilidad operacional, los costos de reparación, los impactos en seguridad y ambiente.

A continuación se muestra una ecuación utilizada para hallar la consecuencia:

“Consecuencia: (impacto operacional x flexibilidad operacional)+ costo de mantenimiento + impacto en seguridad y medio ambiente”⁸

2.6 FORMATOS DE MANTENIMIENTO

Después de conocer los tipos de mantenimiento y las herramientas con los cuales se deben trabajar al momento de realizar alguna clase de mantenimiento, es importante tener en cuenta los documentos a diligenciar para registrar la información, y esto es responsabilidad de trabajadores y supervisores por ello se deben tener en cuenta los siguientes formatos:

- Formato de orden de trabajo: este formato es aquel que debe diligenciarse por el trabajador al momento de recibir una petición por parte de un usuario para alguna revisión. Con este formato el trabajador puede ir hasta el sitio de trabajo a atender la petición del cliente

⁸ ORREGO BARRERA, Juan Carlos. Análisis de Criticidad. [En línea] Consultado el 4 de septiembre de 2013. Disponible en <http://www.slideshare.net/mantonline/analisis-de-criticidad-presentation>.

- Formato de mantenimiento: es aquel que se llena al momento de realizar la inspección en el sitio y en el cual se debe diligenciar los tipos de mantenimiento que se han realizado en el lugar de trabajo. En este se suele describir el mantenimiento y acciones realizadas en el lugar en el cual se trabajó.

- Formato de herramientas: es el formato en el cual el trabajador suele diligenciar aquellas herramientas y equipos que tomó prestadas de la central o el lugar en el cual se trabaja.

Suele ser diligenciado por el trabajador y el supervisor con el fin de que se conozca el estado en el cual se sacaron los equipos y herramientas, el número que porta el trabajador y las especificaciones de las mismas.

- Formato de hoja de vida de los elementos: es el formato personalizado para cada una de las herramientas que se utilizan diariamente en los mantenimientos. En ellos podemos encontrar información de las herramientas y equipos que tenemos, los problemas que quizás presenten, los mantenimientos que se practiquen en dichos objetos y espacios para el diagnóstico de su revisión en un determinado tiempo⁹.

⁹ Formatos de Mantenimiento. [En línea] Consultado el 4 de septiembre de 2013. Disponible en <http://mantenimientotelecomu.blogspot.com/2012/06/formatos-de-mantenimiento.html>.

3. RECOPIACIÓN Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.1 PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL

Actualmente el mantenimiento de la planta de dosificación de concreto Bosa está siendo administrado teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

3.1.1 Lubricación de toda la planta Esta lubricación se realiza semanalmente a todas las chumaceras, reductores de velocidad, compresor bético, compresor de aire y unidad de mantenimiento.

3.1.2 ILAR (Instalación, Lubricación y Reporte) Se realiza semanalmente a toda la planta en general. Existe un formato que explica cuáles son los sistemas o componentes que se deben intervenir. Ver Anexo E.

3.1.3 DINR (Desmontaje, Inspección y Reporte) Este proceso se tiene programado para realizarlo al filtro de mangas y al colector de polvo cada 8.000 m³ de concreto producido y a todo el sistema eléctrico, al compresor bético, al compresor de aire, al sistema de presión de agua y a la planta dosificadora cada 12.000 m³ de concreto producido. Sin embargo, al revisar los formatos que se tienen actualmente se encontró que el formato ILAR es igual al DINR, razón por la que solo se anexa uno de los formatos.

3.1.4 Mantenimiento correctivo programado Este mantenimiento no se está llevando a cabo, a cambio, si se realiza correctivo no programado, es decir actuar cuando se presenta una falla inesperada.

3.2 EQUIPOS

En la tabla 1 se muestran los equipos que conforman la planta de dosificación de concreto Cemex – Bosa. Estos equipos fueron clasificados dependiendo del sistema del proceso y además fueron codificados para facilitar la identificación de cada equipo según el área y característica del mismo.

Tabla 1. Equipos que componen la planta dosificadora de concreto Cemex Bosa

ÍTEM	COMPONENTES DE PLANTA DOSIFICADORA	CODIFICACIÓN
	SISTEMA DOSIFICACIÓN DE AGREGADO	335103AG0000
	BANDA TRANSPORTADORA	335103AG0100
1	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA	335103AG0101
2	REDUCTOR DE VELOCIDAD BANDA TRANSPORTADORA	335103AG0102
3	CHUMACERAS TAMBOR DE CABEZA	335103AG0103
4	CHUMACERAS TAMBOR DE COLA	335103AG0104
5	TAMBOR DE CABEZA	335103AG0105
6	TAMBOR DE COLA	335103AG0106
7	POLEAS DE BANDA TRANSPORTADORA	335103AG0107
8	CORREAS DE BANDA TRANSPORTADORA	335103AG0108
9	RODILLOS	335103AG0109
10	CINTA TRANSPORTADORA	335103AG0110
	TOLVA	335103AG0200
11	TOLVA BÁSCULA DOSIFICADORA DE GRAVA (AGREGADO) DE 1/2 O DE 1	335103AG0201
12	CELDA DE CARGA DE TOLVA BÁSCULA DE GRAVA	335103AG0202
13	COMPUERTAS DE APERTURA DE TOLVA BÁSCULA DE GRAVA	335103AG0203
14	ACTUADOR NEUMÁTICO DE TOLVA BÁSCULA DE GRAVA	335103AG0204
	SISTEMA DOSIFICACIÓN DE ARENA	335103AR0000
15	TOLVA BÁSCULA DOSIFICADORA DE ARENA	335103AR0100
16	CELDA DE CARGA DE TOLVA BÁSCULA DE ARENA	335103AR0101
17	COMPUERTAS DE APERTURA DE TOLVA BÁSCULA DE ARENA	335103AR0102
18	ACTUADOR NEUMÁTICO DE TOLVA BÁSCULA DE ARENA	335103AR0103
	SISTEMA DOSIFICACIÓN DE CEMENTO	335103CE0000
19	SILO DE CEMENTO 1	335103CE0100
20	VÁLVULA DE SILO DE CEMENTO 1	335103CE0101
21	MANGA SILO DE CEMENTO 1	335103CE0102
22	FILTRO SILO DE CEMENTO 1	335103CE0103
23	SILO DE CEMENTO 2	335103CE0200
24	VÁLVULA DE SILO DE CEMENTO 2	335103CE0201

Tabla 1. (Continuación)

25	SISTEMA DE TRASIEGO CEMENTO (VENTURY)	335103CE0202
26	FILTRO SILO DE CEMENTO 2	335103CE0203
27	SISTEMA DE FLUIDIZACIÓN SILO CEMENTO 2	335103CE0204
	SISTEMA DOSIFICACIÓN DE CEMENTO Y CEMENTANTE	335103CC0000
	BÁSCULA	335103CC0100
28	BÁSCULA DOSIFICADORA DE CEMENTO Y CEMENTANTE	335103CC0101
29	VÁLVULA DE LA BÁSCULA DE CEMENTO Y CEMENTANTE	335103CC0102
30	VIBRADOR DE LA BÁSCULA DE CEMENTO Y CEMENTANTE	335103CC0103
31	MANGA BASCULA DE CEMENTO Y CEMENTANTE	335103CC0104
32	CELDAS DE CARGA BASCULA DE CEMENTO Y CEMENTANTE	335103CC0105
	TORNILLO TRANSPORTADOR	335103CC0200
33	MOTOR DE TORNILLO TRANSPORTADOR CEMENTO Y CEMENTANTE	335103CC0201
34	REDUCTOR DE VELOCIDAD TORNILLO TRANSPORTADOR DE CEMENTO Y CEMENTANTE	335103CC0202
35	CHUMACERAS DEL TORNILLO TRANSPORTADOR DE CEMENTO Y CEMENTANTE	335103CC0203
36	TORNILLO SIN FIN DE CEMENTO Y CEMENTANTE	335103CC0204
37	COMPRESOR DE AIRE BAJA PRESION ALTO CAUDAL MARCA BETICO	335103CC0300
	SISTEMA DOSIFICACION DE CEMENTANTE	335103CN0000
38	SILO DE CEMENTANTE	335103CN0100
39	FILTRO SILO DE CEMENTANTE	335103CN0101
40	SISTEMA DE FLUIDIZACION SILO DE CEMENTANTE	335103CN0102
41	VALVULA DE SILO DE CEMENTANTE	335103CN0103
	TORNILLO TRANSPORTADO DE CEMENTANTE	335103CN0200
42	MOTOR DE TORNILLO TRANSPORTADOR DE CEMENTANTE	335103CN0201
43	REDUCTOR DE VELOCIDAD TORNILLO TRANSPORTADOR DE CEMENTANTE	335103CN0202
44	CHUMACERAS DEL TORNILLO TRANSPORTADOR DE CEMENTANTE	335103CN0203
45	TORNILLO SIN FIN DE CEMENTANTE	335103CN0204

Tabla 1. (Continuación)

46	MANGA TORNILLO TRANSPORTADOR DE CEMENTANTE	335103CN0205
	SISTEMA DE DOSIFICACION DE AGUA	335103AU0100
47	MOTOBOMBA CENTRIFUGA	335103AU0101
48	CUENTA LITROS DE BOMBA CENTRIFUGA	335103AU0102
49	TUBERIA DE DOSIFICAION DE AGUA	335103AU0103
	SISTEMA DE DOSIFICACION DE ADITIVOS	335103AD0000
50	SILO DE ADITIVO PLASTIFICANTE	335103AD0100
51	BOMBA DE DIAFRAGMA DE ADITIVO PLASTIFICANTE	335103AD0101
52	SILO DE ADITIVO RETARDANTE	335103AD0200
53	BOMBA DE DIAFRAGMA DE ADITIVO RETARDANTE	335103AD0202
54	SILO DE ADITIVO ACELERANTE	335103AD0300
55	BOMBA DE DIAFRAGMA DE ADITIVO ACELERANTE	335103AD0301
	TABLEROS DE CONTROL NEUMATICO	335103CN0000
56	ELECTROVALVULAS	335103CN0100
57	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	335103CN0200
58	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AIRE	335103CN0300
59	COMPRESOR DE AIRE DE SISTEMA NEUMATICO	335103CN0400
60	TABlero DE CONTROL ELECTRICO (CCM)	335103TE0100
61	TABlero DE CONTROL H7	335103TH0100

Fuente: Autores

Para definir la codificación se tuvo en cuenta la forma en que Cemex identifica la planta de dosificación de concreto- Bosa, de esta manera los números 3351 indican que es una planta de concreto y 03 que es Planta Bosa, las letras dan información sobre el sistema al que pertenecen los equipos, los dígitos 9 y 10, indican el subsistema y los últimos dos dígitos se refiere al número asignado al equipo.

A continuación se observa la codificación de los sistemas:

AG= SISTEMA DOSIFICACIÓN DE AGREGADO
AR= SISTEMA DOSIFICACIÓN DE ARENA
CE= SISTEMA DOSIFICACIÓN DE CEMENTO
CC = SISTEMA DOSIFICACIÓN DE CEMENTO Y CEMENTANTE
CN = SISTEMA DOSIFICACIÓN DE CEMENTANTE
AU = SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE AGUA
AD = SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS
CN TABLEROS DE CONTROL NEUMÁTICO
TE = TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO (CCM)
TH = TABLERO DE CONTROL H7

3.2.1 Análisis de criticidad de equipos Para determinar cuáles serán los elementos a los que mantenimiento debe prestar mayor atención, se utilizó la metodología del análisis de criticidad, en donde se relaciona la frecuencia de las fallas de los equipos con la consecuencia que trae dicha falla tanto en la operación, en costos de mantenimiento, en seguridad y medio ambiente. Como estos criterios son subjetivos es necesario cuantificarlos y de esa manera determinar la incidencia en la criticidad del equipo.

Criticidad = Frecuencia x Consecuencia

Consecuencia= (Impacto Operacional x Flexibilidad Operacional) + Costo de Mantenimiento + Impacto en Seguridad y Medio Ambiente.

Frecuencia entre fallas: número de veces que se repite una falla dentro de un período de tiempo.

Impacto operacional: efectos que causa la falla en la operación.

Flexibilidad operacional: posibilidad de realizar un cambio rápido de la pieza que falla, para poder continuar con la producción.

Costo del mantenimiento: se incluyen todos los costos de mantenimiento y no se incluyen los costos inherentes de producción sufridos por la falla.

Impacto de seguridad y medio ambiente: tiene en cuenta los inconvenientes que puede causar la falla sobre las personas o el medio ambiente.

Teniendo en cuenta que en la planta de dosificación de agregado de Cemex Bosa, no se lleva registro de histórico de fallas, fue necesario utilizar otra metodología

para sacar dicha frecuencia. Repsol YPF¹⁰ utiliza una estimación para obtener la frecuencia de falla para equipos usados sin historial, considerando el nivel de carga al que está sometido, y el tiempo y arranques que realiza el equipo en 24 horas. Se realizaron algunas modificaciones a los tiempos de operación para ajustarlos a nuestra realidad, así que la tabla con la que se evaluó es la mostrada a continuación:

Tabla 2. Estimación de frecuencia de fallas

RÉGIMEN	NIVEL DE CARGA		
	Sobrecargado	Normal	Subcargado
Continuo (Equipo en servicio 7 hs al día)	ALTA	MEDIA	BAJA
Ocasional (Eq. en serv. menos de 4 hs/día Con 2 a 4 arrq/paro al día)	ALTA	MEDIA	BAJA
Parcial (Eq. en servicio más de 4 hs/día Con 8 a 10 arrq/paro al día)	ALTA	ALTA	MEDIA
Intermitente (Equipo en servicio con más de 80 arrq/paro al día)	ALTA	ALTA	ALTA

Fuente: Autores.

Sobrecargado: el equipo opera por encima de su capacidad nominal

Normal: el equipo opera a su capacidad nominal

Subcargado: el equipo opera por debajo de su capacidad nominal

Por medio de entrevistas al Jefe de Planta se obtuvo la información de los equipos, logrando clasificarlos en las categorías correspondientes a media, alta y baja.

Teniendo establecida la frecuencia entre fallas, se procedió a hallar la consecuencia, cuantificando los criterios como se observa en la Tabla 3.

¹⁰ Estudio de criticidad de equipos. Ingeniería de Mantenimiento - STAFF TÉCNICO ABB. Julio 2005.

Tabla 3. Criterios de análisis de criticidad

Factores	Valor
Frecuencia de falla	
Alta	3
Media	2
Baja	1
Impacto operacional	
Parada inmediata de toda la planta	10
Parada inmediata de un sector de producción	6
Impacta los niveles de producción o calidad	4
Repercute en costos de operación adicionales asociados a la disponibilidad del equipo	2
No afecta ni la operación ni producción	1
Flexibilidad operacional	
No existe función de respaldo (backup)	4
Existe opción de reemplazo compartido	2
Existe opción de respaldo disponible	1
Costos de mantenimiento	
<= 2.000.000	1
> 2.000.000< 10.000.000	5
> 10.000.000	10
Impacto en seguridad y medio ambiente	
Afecta la seguridad humana	40
Afecta medio ambiente produciendo daños severos	32
Afecta las instalaciones causando daños severos	24
Provoca daños menores en personal	16
Provoca un impacto que no viola las normas ambientales.	8
No provoca ningún tipo de daño	0

Fuente: Autores.

Para cada equipo que hace parte de la planta dosificadora se realizó el análisis de criticidad teniendo como base la matriz de criticidad mostrada en la Figura 6, donde se clasifican en NC: No Crítico, SC: Semicrítico y C: Crítico.

Figura 6. Matriz de criticidad

Frecuencia	3	SC	SC	C	C
	2	NC	SC	SC	C
	1	NC	NC	SC	C
		0 A 15	16 A 30	31 A 45	> 46
		Consecuencia			

Fuente: Autores.

En el Anexo G se muestran los resultados del análisis de criticidad, de donde se encontraron que 21 de los 61 equipos que componen la planta dosificadora de concreto son críticos ya sea porque afecta la producción o porque su falla afectaría la seguridad humana o el medio ambiente. En la Tabla 4 se observan todos los equipos críticos y su puntaje.

Tabla 4. Resultados de análisis de criticidad

PRESENTACION DE RESULTADOS				
Ítem	Equipo	Consecuencia	Frecuencia	Nivel Criticidad
1	Motor de banda transportadora	45	3	C
2	Reductor de velocidad banda transportadora	41	3	C
3	Tambor de cabeza	45	3	C
4	Tambor de cola	45	3	C
5	Poleas de banda transportadora	41	3	C
6	cinta transportadora	45	3	C
7	tolva báscula dosificadora de arena	85	3	C
8	tolva báscula dosificadora de grava (agregado) de 1/2 o de 1	85	3	C
9	silo de cemento 1	90	1	C
10	válvula de silo de cemento 1	65	3	C
11	báscula dosificadora de cemento y Cementante	53	3	C

Tabla 4. (Continuación)

12	válvula de la báscula de cemento y cementante	65	3	C
13	motor de tornillo transportador cemento y cementante	41	3	C
14	reductor de velocidad tornillo transportador de cemento y cementante	41	3	C
15	silo de cemento 2	66	1	C
16	silo de cementante	58	1	C
17	motobomba centrifuga	41	3	C
18	cuenta litros de bomba centrifuga	41	3	C
19	compresor de aire de sistema neumático	85	3	C
20	tablero de control eléctrico (ccm)	61	1	C
21	tablero de control h7	61	1	C

Fuente: Autores.

3.2.2 Información técnica de equipos críticos

- Motor de banda transportadora: motor marca ABB de 12,5 Hp, 1734 Rpm, 440V. Frame 132M, diámetro eje Eje=38mm. En el Anexo H se puede observar el manual de mantenimiento.

Figura 7. Motor banda transportadora



Fuente: Autores.

- Reductor de velocidad banda transportadora: reductor pendular marca Dodge Ref TA3203H09, velocidad salida 143 Rpm, ratio 9:1. Eje de entrada 35 mm, eje de salida hueco de 50 mm. Ver manual de mantenimiento en Anexo I.
- Poleas de banda transportadora: poleas marca Maska, tipo B, de dos canales con diámetro 9 in para polea conductora y 13 in para la polea conducida. Ver manual de mantenimiento en Anexo J.

Figura 8. Reductor y poleas de banda transportadora



Fuente: Autores.

- Tambor de cabeza: tambor con recubrimiento, ancho de 28 in, diámetro 18 in.

Figura 9. Tambor de cabeza de banda transportadora



Fuente: Autores.

- Tambor de cola: tambor con recubrimiento, ancho 28 in, diámetro=13 in. Eje: diámetro 50 mm, L=42 in.

Figura 10. Tambor de cola de banda transportadora



Fuente: Autores.

- Cinta transportadora: L=30 m, Ancho= 26in, 3 lonas. Icobandas. Banda: 600 mm, inclinación: 16°. Ficha de mantenimiento en Anexo K.
- Tolva báscula dosificadora de arena: (I & M Ingeniería). Peso de 1100 kg. Capacidad 8.6 m³. Área sup. 2,4 x 2,5 m / Área inf. 0,67x 0,52 m / Altura: 2,5 m
- Tolva báscula dosificadora de grava (agregado) de 1/2" o de 1": (I & M Ingeniería). Peso de 950 kg. Capacidad 7 m³. Área sup. 2,3 x 2,4 m / Área inf. 0,6 x 0,52 m / Altura: 2,3 m.

Figura 11. Tolva báscula dosificadora de arena y agregado



Fuente: Autores.

- Silo de cemento 1: capacidad de 66 m³. Peso Seco 7 Ton. Peso máximo 120 Ton.

Figura 12. Silo de cemento 1



Fuente: Autores.

- Válvula de silo de cemento 1: válvula mariposa marca Comeval 12 in. Ficha de mantenimiento en Anexo L.

Figura 13. Válvula del silo de cemento



Fuente: Autores.

- Báscula dosificadora de cemento y cementante: marca I&M, capacidad 1.7m³. Base 2,6 m x 3m. Longitud Total= 1.3 m.

Figura 14. Báscula dosificadora de cemento y cementante



Fuente: Autores.

- Válvula de la báscula de cemento y cementante: válvula mariposa marca Comeval 10 in. Manual de mantenimiento en Anexo L.

Figura 15. Válvula del silo de cemento



Fuente: Autores.

- Motor de tornillo transportador cemento y cementante: motor marca Baldor, Potencia= 5 hp, 1750 R.P:M, 440 V, Frame 184T, diámetro eje: 1-1/8". Ver manual de mantenimiento en Anexo M.
- Reductor de velocidad tornillo transportador de cemento y cementante: reductor marca Dodge, relación de reducción 17.55 (15,8). Velocidad de salida 110 Rpm, salida eje sólido de 25 mm REF= HL4826H112L4. Manual de mantenimiento en Anexo N.

Figura 16. Motorreductor tornillo transportador



Fuente: Autores.

- Silo de cemento 2: capacidad 36 m³. Peso Seco 4.6 Ton. Peso máximo 70 Ton. Cilindro Ø 2,6 m x 6 m. Cono Ø 0,25 x 2,1 m. Altura total: 8,1 m.

Figura 17. Silo de cemento 2



Fuente: Autores.

- Silo de cementante: capacidad 36 m³. Peso seco 4.6 Ton. Peso máximo 70 Ton. Cilindro Ø 2,6 m x 6 m. Cono Ø 0,25 x 2,1 m. Altura total: 8,1 m.

Figura 18. Silo de Cementante



Fuente: Autores.

- Motobomba centrífuga: marca IHM. Ref. 95103, Motor WEG. Potencia=3 Hp, 3450 R.P.M, 60 Hz, 220 V-7.95Amp/ 440 V-3.9Amp. En el Anexo O se puede observar el manual de mantenimiento.

Figura 19. Motobomba centrífuga



Fuente: Autores.

- Cuenta litros de bomba centrífuga: referencia 32536P0, serial 61107180634

Figura 20. Cuenta litros de bomba centrífuga



Fuente: Autores.

- Compresor de aire de sistema neumático: referencia TA120, motor marca Weg, potencia=7.5 hp. 150 psi. R.P.M=1740, 220-23.2Amp/440-11.6Amp, oleas de 5", 2 canales y 16" 3 canales, correas A78. En el Anexo P se puede observar la ficha de mantenimiento.

Figura 21. Compresor de aire



Fuente: Autores.

- Tablero de control eléctrico (ccm)

Figura 22. Tablero de control eléctrico



Fuente: Autores.

- Tablero de control H7



4. Fuente: Autores.

5. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Después de realizar el análisis de criticidad y saber cuáles son los equipos a los que se les debe prestar mayor importancia, se definió el tipo de mantenimiento que se realizará a cada equipo. La fuente para determinar el tipo de mantenimiento y la frecuencia del mismo, se realizó basándose en manuales del fabricante y experiencia del grupo de mantenimiento de Cemex.

5.1 MANTENIMIENTO A IMPLEMENTAR

5.1.1 Lubricación Como se muestra en la Anexo D Cemex actualmente maneja un formato de lubricación donde se determina los equipos a lubricar, el tipo de lubricante en general que se debe utilizar y el procedimiento a realizar para toda la planta Bosa, sin embargo, allí no se especifica un tiempo estimado para realizar la lubricación de cada equipo, el responsable de la lubricación, ni el nivel de lubricante adecuado, así que se propone utilizar el formato de la Figura 23, donde se especificara la lubricación necesaria para los equipos críticos de la planta.

Figura 23. Lubricación de equipos críticos de planta dosificadora Cemex Bosa

 LUBRICACION DE EQUIPOS CRITICOS PLANTA BOSA						
EQUIPO	PARTES A LUBRICAR	METODO	RESPONSIBLE	LUBRICANTE	TIEMPO ESTIMADO (MIN)	FRECUENCIA
Reductor de banda Transportadora	Engranajes y Rodamientos	Compruebe Nivel de aceite, llene hasta el orificio de nivel de aceite que hay en la carcasa	Técnico	Mobilgear 600 XP 220	30	Semanal
Reductor de tornillo transportador de cemento y ceniza	Engranajes y Rodamientos	Compruebe Nivel de aceite, llene hasta el orificio de nivel de aceite que hay en la carcasa	Técnico	Mobilgear 600 XP 220	30	Semanal
Compresor de aire de sistema Neumatico	Compresor	Compruebe Nivel de aceite, llene hasta el orificio de nivel de aceite que hay en la carcasa	Técnico	15W40	30	semanal

Fuente: Autores.

5.1.2 Plan de mantenimiento Después de revisar cada uno de los manuales de mantenimiento de los equipos críticos de Cemex Concretos Bosa y teniendo en cuenta la experiencia del personal de planta, se determinó un plan de mantenimiento para estos equipos clasificando el plan por sistemas. Este formato se plasma en la Figura 24 que se muestra a continuación.

Figura 24. Plan de mantenimiento de equipos críticos

 PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CRITICOS - PLANTA BOSA		
EQUIPO	PROCEDIMIENTO	FRECUENCIA
Sistema Banda Transportadora	Inspeccion y mto Sistema Banda transportadora R1	Diaria
Sistema Banda Transportadora	Inspeccion y mto Sistema Banda transportadora R2	Mensual
Sistema Banda Transportadora	Inspeccion y mto Sistema Banda transportadora R3	Trimestral
Sistema Banda Transportadora	Inspeccion y mto Sistema Banda transportadora R4	Semestral
Sistema Banda Transportadora	Inspeccion y mto Sistema Banda transportadora R5	Anual
Sistema Banda Transportadora	Inspeccion y mto Sistema Banda transportadora R6	3 años
Sistema Tornillo transportador	Inspeccion y mto Tornillo Transportador R1	Diaria
Sistema Tornillo transportador	Inspeccion y mto Tornillo Transportador R2	Mensual
Sistema Tornillo transportador	Inspeccion y mto Tornillo Transportador R3	Trimestral
Sistema Tornillo transportador	Inspeccion y mto Tornillo Transportador R4	Semestral
Sistema Tornillo transportador	Inspeccion y mto Tornillo Transportador R5	Anual
Sistema Tornillo transportador	Inspeccion y mto Tornillo Transportador R6	3 años
Sistema de dosificacion de cemento y cementante	Inspeccion y mto sistema de dosificacion de cemento y cementante R1	Semanal
Sistema de dosificacion de cemento y cementante	Inspeccion y mto sistema de dosificacion de cemento y cementante R2	Trimestral
Sistema de dosificacion de cemento y cementante	Inspeccion y mto sistema de dosificacion de cemento y cementante R3	Semestral
Sistema de dosificacion de cemento y cementante	Inspeccion y mto sistema de dosificacion de cemento y cementante R4	Anual
Sistema de tableros de control	Inspeccion y mto de tableros de control	Trimestral
Tolvas	Inspeccion y mto de tolvas R1	Semestral
Tolvas	Inspeccion y mto de tolvas R2	Anual
Sistema de dosificacion de agua	Inspeccion y mto de sistema de dosificación de agua R1	Diaria
Sistema de dosificacion de agua	Inspeccion y mto de sistema de dosificación de agua R2	Semanal
Sistema de dosificacion de agua	Inspeccion y mto de sistema de dosificación de agua R3	Mensual
Sistema de dosificacion de agua	Inspeccion y mto de sistema de dosificación de agua R4	Trimestral
Sistema de dosificacion de agua	Inspeccion y mto de sistema de dosificación de agua R5	Semestral
Compresor	Inspeccion y mto de compresor R1	Diaria
Compresor	Inspeccion y mto de compresor R2	Semanal
Compresor	Inspeccion y mto de compresor R3	Mensual
Compresor	Inspeccion y mto de compresor R4	Trimestral
Compresor	Inspeccion y mto de compresor R5	Anual

Fuente: Autores.

5.1.3 Rutinas de mantenimiento En mantenimiento es muy importante establecer rutinas, las cuales permiten obtener información útil acerca del estado en que se encuentran los equipos y de esta manera poder predecir fallas.

En las figuras que se plasman a continuación se observan las rutinas de mantenimiento que se establecieron a los equipos críticos de la planta dosificadora de concreto Cemex Bosa.

Figura 25. Inspección y mantenimiento sistema banda transportadora R1

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA BANDA TRANSPORTADORA R1				
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Inspeccion de ruidos del motor	Fonendoscopio	Tecnico mecanico	Bajo	
Control de temperatura en rodamientos del motor	Termometro industrial	Tecnico mecanico	< 60 °C, Si es > a 90°C, parar el motor	
Control de temperatura del reductor	Termometro industrial	Tecnico mecanico	< 90 °C	
COMENTARIOS				
REVISO _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 26. Inspección y mantenimiento sistema banda transportadora R2

		INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA BANDA TRANSPORTADORA R2		
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Limpieza de carcasa del motor	Desengrasante, aspirador de polvo industrial y paños limpios	Tecnico mecanico	N/A	
Inspeccion visual del estado de los retenes del eje del motor	N/A	Tecnico mecanico	sin fugas	
Control visual de sellos del reductor	N/A	Tecnico mecanico	0 Humedad	
Limpieza de orificio de ventilacion del reductor	Paños limpios	Tecnico mecanico	N/A	
Inspeccion visual de cinta transportadora	N/A	Tecnico mecanico	Sin Grietas, y sin desprendimiento de material	
COMENTARIOS				
REVISO _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 27. Inspección y mantenimiento sistema banda transportadora R3

		INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA BANDA TRANSPORTADORA R3		
FECHA _____				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Limpieza de cajas de conexión del motor	Aspirador de polvo industrial, paños limpios, brochas y llaves	Electricista	N/A	
Inspeccion visual del eje del motor (desgaste, incrustaciones)	N/A	Tecnico mecanico	sin fisuras o Abolladuras	
Analisis de lubricante del reductor	Bomba de succion	Tecnico mecanico	Segun Laboratorio (Proveedor)	
Inspeccion eje del reductor	N/A	Tecnico mecanico	sin fisuras o Abolladuras	
Inspeccion de espesor de banda	calibrador	Tecnico mecanico	7mm	
Inspeccion visual de la goma de revestimiento de tambor motriz y tambor de cola	N/A	Tecnico mecanico	Sin Grietas, y sin desprendimiento de material	
Revisar el apriete de los bujes de montaje de tambores	Torquimetro	Tecnico mecanico	60 lb-ft	
Alineacion y tension de la cinta transportadora	llaves y metro	Tecnico mecanico	Centrada respecto al tambor	
Inspeccion de desgaste de la canal de las poleas	Galga	Tecnico mecanico	1/32" de desgaste	
Inspección visual de las canales de la polea	N/A	Tecnico mecanico	Fondo de la ranura no debe estar brillante, y la polea no debe tener picaduras	
Alineacion entre poleas	Regla / Alineador laser	Tecnico mecanico	0,25°	
COMENTARIOS				
REVISO _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 28. Inspección y mantenimiento sistema banda transportadora R4

		INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA BANDA TRANSPORTADORA R4		
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Comprobar posicion de brazo de torque de banda transportadora	Escuadra de taller	Tecnico mecanico	90°	
Inspeccion de tapones de llenado, nivel y drenaje de lubricante	Llaves según tapon	Tecnico mecanico	0 Humedad	
COMENTARIOS				
REVISO _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 29. Inspección y mantenimiento sistema banda transportadora R5

		INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA BANDA TRANSPORTADORA R5		
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Reajustar Tornillos del soporte del motor	Llaves según tornillo	Tecnico mecanico	Segun tabla de torques	
Inspeccion visual de las bobinas del rotor y estator del motor	N/A	Tecnico mecanico	Buen Estado	
Medicion de la resistencia de aislamiento y continuidad de las bobinas del motor	Megger	Electricista	> Un + 1 (Un =Tensión nominal de la máquina, en kV.)	
Ultrasonido de ejes del motor	Equipo de ultrasonido	Tecnico especializado (proveedor)	Sin reflexiones o ecos	
Revisar el apriete de los conos de montaje sobre el eje del reductor	Llaves según tornillo	Tecnico mecanico	27-23 N/M	
Ultrasonido de ejes de tambor de cabeza y cola	Equipo de ultrasonido	Tecnico especializado (proveedor)	Sin reflexiones o ecos	
COMENTARIOS				
REVISO _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 30. Inspección y mantenimiento sistema banda transportadora R6

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA BANDA TRANSPORTADORA R6				
FECHA _____				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Cambio de lubricante del reductor	Llaves, recipiente para contener el lubricante, embudo,	Tecnico mecanico	1,4 Lt o hasta alcanzar el tapon de nivel de aceite	2.500 Horas detrabajo o cada 3 años
Inspeccion visual del estado de engranajes, piñones, rodamientos del reductor	Llaves	Tecnico mecanico	Sin picaduras, ni desgaste	3 Años
COMENTARIOS				
REVISO _____ APROBO _____				

Fuente: Autores.

Figura 31. Inspección y mantenimiento sistema tornillo transportador R1

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO TORNILLO TRANSPORTADOR R1				
FECHA _____				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Inspeccion de ruidos del motor	Fonendoscopio	Tecnico mecanico	Bajo	
Control de temperatura en rodamientos del motor	Termometro industrial	Tecnico mecanico	< 60 °C, Si es > a 90°C, parar el motor	
Control de temperatura del reductor	Termometro industrial	Tecnico mecanico	< 90 °C	
COMENTARIOS				
REVISO _____ APROBO _____				

Fuente: Autores.

Figura 32. Inspección y mantenimiento sistema tornillo transportador R2

		INSPECCION Y MANTENIMIENTO TORNILLO TRANSPORTADOR R2			
FECHA					
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO	
Limpieza de carcasa del motor	Desengrasante, aspirador de polvo industrial y paños limpios	Tecnico mecanico	N/A		
Inspeccion visual del estado de los retenes del eje del motor	N/A	Tecnico mecanico	sin fugas		
Control visual de sellos del reductor	N/A	Tecnico mecanico	0 Humedad		
Limpieza de orificio de ventilacion del reductor	Paños limpios	Tecnico mecanico	N/A		
COMENTARIOS					
REVISO		APROBO			

Fuente: Autores.

Figura 33. Inspección y mantenimiento sistema tornillo transportador R3

		INSPECCION Y MANTENIMIENTO TORNILLO TRANSPORTADOR R3			
FECHA					
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO	
Limpieza de cajas de conexión del motor	Aspirador de polvo industrial, paños limpios, brochas y llaves	Electricista	N/A		
Inspeccion visual del eje del motor (desgaste, incrustaciones)	N/A	Tecnico mecanico	sin fisiras o Abolladuras		
Analisis de lubricante del reductor	Bomba de succion	Tecnico mecanico	Segun Laboratorio (Proveedor)		
Inspeccion eje del reductor	N/A	Tecnico mecanico	sin fisiras o Abolladuras		
COMENTARIOS					
REVISO		APROBO			

Fuente: Autores.

Figura 34. Inspección y mantenimiento sistema tornillo transportador R4

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO TORNILLO TRANSPORTADOR R4				
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Inspeccion de tapones de llenado, nivel y drenaje de lubricante	Llaves según tapon	Tecnico mecanico	0 Humedad	
COMENTARIOS				
REVISO _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 35. Inspección y mantenimiento sistema tornillo transportador R5

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO TORNILLO TRANSPORTADOR R5				
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Reajustar Tornillos del soporte del motor	Llaves según tornillo	Tecnico mecanico	Segun tabla de torques	
Inspeccion visual de las bobinas del rotor y estator del motor	N/A	Tecnico mecanico	Buen Estado	
Medicion de la resistencia de aislamiento y continuidad de las bobinas del motor	Megger	Electricista	> Un + 1 (Un =Tensión nominal de la máquina, en kV.)	
Ultrasonido de ejes del motor	Equipo de ultrasonido	Tecnico especializado (proveedor)	Sin reflexiones o ecos	
COMENTARIOS				
REVISO _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 36. Inspección y mantenimiento sistema tornillo transportador R6

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA TORNILLO TRANSPORTADOR R6				
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Cambio de lubricante del reductor	Llaves, recipiente para contener el lubricante, embudo,	Tecnico mecanico	1,1 lt ó hasta orificio de nivel de aceite	
Inspeccion visual del estado de engranajes, piñones, rodamientos del reductor	Llaves	Tecnico mecanico	Sin picaduras, ni desgaste	
COMENTARIOS				
REVISO _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 37. Inspección y mantenimiento Sistema dosificación de agua R1

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE DOSIFICACION DE AGUA R1				
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Inspeccion de ruidos en motobomba	Fonendoscopio	Tecnico mecanico	Bajo	
Inspeccion visual de vibraciones en motobomba	N/A	Tecnico mecanico	Bajo	
Control de temperatura de la motobomba	Termometro industrial	Tecnico mecanico	60 °C	
COMENTARIOS				
REVISO _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 38. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de agua R2

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE DOSIFICACION DE AGUA R2				
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Inspección visual de fugas en sellos, arandelas o anillos de motobomba	N/A	Tecnico mecanico	Sin Fugas	
Inspeccion de fugas en cuenta litros	N/A	Tecnico mecanico	sin derrames de lubricante	
Verificación del cuenta litros	N/A	Tecnico mecanico	N/A	
COMENTARIOS				
REVISO _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 39. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de agua R3

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE DOSIFICACION DE AGUA R3				
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Limpieza de carcasa de motobomba	Desengrasante, aspirador de polvo industrial y paños limpios	Electricista	N/A	
Limpieza o cambio de los elementos de filtro de motobomba	Llaves	Tecnico mecanico	N/A	
COMENTARIOS				
REVISO _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 40. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de agua R4

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE DOSIFICACION DE AGUA R4				
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Verificar y corregir si es necesario el alineamiento de la motobomba y la transmisión	Regla / Alineador laser	Tecnico mecanico	0,25°	
Limpieza del interior del motor de la motobomba (Bobinas, compartimento de escobillas, anillos colectores)	Desengrasante, aspirador de polvo industrial y paños limpios	Electricista	N/A	
COMENTARIOS				
REVISO _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 41. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de agua R5

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE DOSIFICACION DE AGUA R5				
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Limpieza de cajas de conexión del motor de la motobomba	Aspirador de polvo industrial, paños limpios y escobillas	Electricista	N/A	
Reajustar base y pernos de retención de la motobomba	Llaves	Tecnico mecanico	Según tabla de torques	
COMENTARIOS				
REVISO _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 42. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de cemento y cementante R1

		INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE DOSIFICACION CEMENTO Y CEMENTANTE R1		
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Verificacion y limpieza de la bascula dosificadora de semento y cementante	pesas, brochas, grasa, destornilladores	Tecnico mecanico	Ver protocolo de verificación basculas dosificadoras COL-MTO-IT-03/1	
Inspeccionar que la operación de la valvula de silo de cemento sea suave y haya ausencia de fugas	N/A	Tecnico mecanico	N/A	
Inspeccionar que la operación de la valvula de la bascula de cemento y cementante sea suave y haya ausencia de fugas	N/A	Tecnico mecanico	N/A	
COMENTARIOS				
REVISOR _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 43. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de cemento y cementante R2

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE DOSIFICACION CEMENTO Y CEMENTANTE R2				
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
limpieza y verificación del mecanismo de seguridad del silo de cemento 1	Llaves, destornilladores, brochas	Tecnico mecanico	N/A	
limpieza y verificación del mecanismo de seguridad del silo de cemento 2	Llaves, destornilladores, brochas	Tecnico mecanico	N/A	
limpieza y verificación del mecanismo de seguridad del silo de cementante	Llaves, destornilladores, brochas	Tecnico mecanico	N/A	
COMENTARIOS				
REVISOR_____		APROBO_____		

Fuente: Autores.

Figura 44. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de cemento y cementante R3



INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE DOSIFICACION CEMENTO Y CEMENTANTE R3

FECHA					
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO	
Calibracion de la bascula dosificadora de cemento y cementante	llaves, multimetro, computador, indicador de peso	Contratista	Ver protocolo de verificación basculas dosificadoras COL-		
Inspeccion visual de fisuras de silo de cemento 1	N/A	Tecnico mecanico	N/A		
Inspeccion visual de fisuras de silo de cemento 2	N/A	Tecnico mecanico	N/A		
Inspeccion visual de fisuras de silo de cementante	N/A	Tecnico mecanico	N/A		
Inspeccion visual del estado de escalera y escotilla de silo de cemento 1	N/A	Tecnico mecanico	N/A		
Inspeccion visual del estado de escalera y escotilla de silo de cemento 2	N/A	Tecnico mecanico	N/A		
Inspeccion visual del estado de escalera y escotilla de silo de cementante	N/A	Tecnico mecanico	N/A		
Limpieza en estructura de silo de cemento 1	agua, escoba, grata	contratista	N/A		
Limpieza en estructura de silo de cemento 2	agua, escoba, grata	contratista	N/A		
Limpieza en estructura de silo de cementante	agua, escoba, grata	contratista	N/A		
COMENTARIOS					
REVISOR		APROBADO			

Fuente: Autores.

Figura 45. Inspección y mantenimiento sistema dosificación de cemento y cementante R4

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE DOSIFICACION CEMENTO Y CEMENTANTE R4				
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
certificacion de la bascula dosificadora de cemento y cementante	llaves, multimetro, computador, indicador de peso	Contratista	Ver protocolo de verificación basculas dosificadoras COL-	
Pintura Silo de cemento 1	Pintura, rodillos, brochas	contratista	N/A	
Pintura Silo de cemento 2	Pintura, rodillos, brochas	contratista	N/A	
Pintura Silo de cementante	Pintura, rodillos, brochas	contratista	N/A	
COMENTARIOS				
REVISO _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 46. Inspección y mantenimiento compresor R1

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO COMPRESOR R1				
FECHA				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Inspeccion de ruidos del compresor	Fonendoscopio	Tecnico mecanico	Bajo	
Control de temperatura en rodamientos del motor del compresor	Termometro industrial	Tecnico mecanico	< 60 °C, Si es > a 90°C, parar el motor	
COMENTARIOS				
REVISO _____		APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 47. Inspección y mantenimiento compresor R2

		INSPECCION Y MANTENIMIENTO COMPRESOR R2			
FECHA					
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO	
Inspeccion y tension de correas del compresor	Llaves	Tecnico mecanico	Ajustadas para permitir aproximadamente de 3/8" a 1/2" de deflexion de presion con el dedo pulgar		
Drenar agua del tanque del compresor	Llaves	Tecnico mecanico	N/A		
Probar la valvula de seguridad del compresor	N/A	Tecnico mecanico	NO debe pegarse		
COMENTARIOS					
REVISO _____ APROBO _____					

Fuente: Autores.

Figura 48. Inspección y mantenimiento compresor R3

		INSPECCION Y MANTENIMIENTO COMPRESOR R3			
FECHA					
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO	
Limpieza de carcasa de motor y compresor	Desengrasante, aspirador de polvo industrial y paños limpios	Electricista	N/A		
Cambio de filtros del compresor	Llaves	Tecnico mecanico	N/A		
COMENTARIOS					
REVISO _____ APROBO _____					

Fuente: Autores..

Figura 49. Inspección y mantenimiento compresor R4

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO COMPRESOR R4					
FECHA _____					
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO	
Limpieza de cajas de conexión del motor del compresor	Aspirador de polvo industrial, paños limpios y escobillas	Electricista	N/A		
Inspeccion de desgaste de la canal de las poleas del compresor	Galga	Tecnico mecanico	1/32" de desgaste		
Inspección visual de las canales de las poleas del compresor	N/A	Tecnico mecanico	Fondo de la ranura no debe estar brillante		
Alineacion entre poleas del compresor	Regla / Alineador laser	Tecnico mecanico	0,25°		
Inspeccion visual de picadura de las poleas del compresor	N/A	Tecnico mecanico	Sin desgaste		
Comprobar buen funcionamiento de manometro del compresor	Manometro auxiliar	Tecnico mecanico	Segun presion		
Cambio de Aceite del compresor	Llaves, recipiente para contener el lubricante, embudo,	Tecnico mecanico	Hasta orificio de nivel de aceite		
COMENTARIOS					
REVISO _____ APROBO _____					

Fuente: Autores.

Figura 50. Inspección y mantenimiento compresor R5.

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO COMPRESOR R5					
FECHA _____					
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO	
Reajustar Tornillos del soporte	Llaves según tornillo	Tecnico mecanico	Segun tabla de torques		
Inspeccion visual de las bobinas del rotor y estator	N/A	Tecnico mecanico	Buen Estado		
Medicion de la resistencia de aislamiento y continuidad de las bobinas	Megger	Electricista	> Un + 1 (Un =Tensión nominal de la máquina, en kV.)		
COMENTARIOS					
REVISO _____ APROBO _____					

Fuente: Autores.

Figura 51. Inspección y mantenimiento tableros de control R1

		INSPECCION Y MANTENIMIENTO TABLEROS DE CONTROL R1			
FECHA					
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO	
Revisión y limpieza del gabinete, cables, aisladores, interruptores y demás componentes que integran el tablero de control electrico	Aspirador industrial, limpiador de contactos	Electricista	N/A		
Revisión y limpieza del gabinete, cables, aisladores, interruptores y demás componentes que integran el tablero de control H7	Aspirador industrial, limpiador de contactos	Electricista	N/A		
Revisión y apriete de conexiones en general del tablero de control electrico	Tester, destornilladores	Electricista	N/A		
Revisión y apriete de conexiones en general del tablero de control H7	Tester, destornilladores	Electricista	N/A		
Pruebas de operación manual de interruptor principal y derivados del tablero de control electrico (pulsar manualmente)	N/A	Electricista	N/A		
Pruebas de operación manual de interruptor principal y derivados del tablero de control H7 (pulsar manualmente)	N/A	Electricista	N/A		
COMENTARIOS					
REVISO _____			APROBO _____		

Fuente: Autores.

Figura 52. Inspección y mantenimiento tolvas R1

		INSPECCION Y MANTENIMIENTO TOLVAS R1			
FECHA					
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO	
Inspeccion visual de fisuras de tolva bascula dosificadora de arena	N/A	Tecnico mecanico	N/A		
Inspeccion visual de fisuras de tolva bascula dosificadora de agregado	N/A	Tecnico mecanico	N/A		
Inspeccion visual del estado de escalera y escotilla de la tolva bascula dosificadora de arena	N/A	Tecnico mecanico	N/A		
Inspeccion visual del estado de escalera y escotilla de la tolva bascula dosificadora de agregado	N/A	Tecnico mecanico	N/A		
Limpieza en estructura de la tolva bascula dosificadora de arena	agua, escoba, grata	contratista	N/A		
Limpieza en estructura de la tolva bascula dosificadora de agregado	agua, escoba, grata	contratista	N/A		
COMENTARIOS					
REVISO _____		APROBO _____			

Fuente: Autores.

Figura 53. Inspección y mantenimiento tolvas R2

 INSPECCION Y MANTENIMIENTO TOLVAS R2				
FECHA _____				
ACTIVIDAD A REALIZAR	INSTRUMENTACION	RESPONSABLE	MEDIDA	ESTADO EN QUE SE ENCONTRO
Pintura de la tolva bascula dosificadora de arena	Pintura, rodillos, brochas	contratista	N/A	
Pintura de la tolva bascula dosificadora de agregado	Pintura, rodillos, brochas	contratista	N/A	
COMENTARIOS				
REVISO _____ APROBO _____				

Fuente: Autores.

Figura 54. Tabla de torques

	1 or 2	5	6	8
Grado SAE				
Tamaño	Lb/Pie	Lb/Pie	Lb/Pie	Lb/Pie
1/4	5	7	10	10.5
5/16	9	14	19	22
3/8	15	25	34	37
7/16	24	40	55	60
1/2	37	60	85	92
9/16	53	88	120	132
5/8	74	120	167	180
3/4	120	220	280	286
7/8	190	302	440	473
1	282	466	660	714

Imagen extraída del artículo: La Rectificación de Motores de Combustión Interna.
 [En línea] Disponible en <http://widman.biz/boletines/30.html>.

Figura 55. Protocolo de verificación de básculas dosificadoras

	PROTOCOLO DE VERIFICACION BASCULAS DOSIFICADORAS
---	---

Planta	BOSA
Fecha	
Fabricante	
Equipo	
Código Equipo	
Orden de Trabajo	

Capacidad Maxima	2000 Kilos
Clase de Presición	III
d (div. Escala)	1
e (div. Escala Verificac	2

Rango	Bajo	Medio	Alto
	0-100 Kg	100-400 Kg	400-2000 Kg
Error	$\pm 0.5 * 2 * e$	$\pm 1 * 2 * e$	$\pm 1.5 * 2 * e$
Maximo	2	4	6

EXACTITUD

CARGA kg	INDICADOR kg	ERROR kg
1	16	
2	116	
3	216	
4	316	
5	416	
6	516	
7	616	

CARGA kg	INDICADOR kg	ERROR kg
1	616	
2	516	
3	416	
4	316	
5	216	
6	116	
7	16	

HORA	TIEMPO	0.5e - 1e			
		CARGA kg	INDICACION kg	ERROR kg	PUNTO "0" kg

OBSERVACIONES:

EXISTE CONFORMIDAD

SI ☐
 NO ☐

Ajuste
 Reparación
 Desclasificación
 Cambio

EJECUTOR _____

FECHA DE EJECUCION _____

SUPERVISO _____

Fuente: CEMEX S.A.

5.1.4 Programa de mantenimiento Teniendo en cuenta las rutinas de mantenimiento planteadas para cada equipo, se construyó el programa de mantenimiento que se muestra en la Figura 56.

Figura 56. Programa de mantenimiento

 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CRITICOS PLANTA DOSIFICADORA BOSA									
FRECUECIA	3 AÑOS	ANUAL	SEMESTRAL	TRIMESTRAL	MENSUAL	SEMANAL	DIARIO		
SISTEMA	COD	ACTIVIDAD							
Banda transportadora	R1	Inspeccion de ruidos del motor.							
Banda transportadora	R1	Control de temperatura derodamientos motor.							
Banda transportadora	R1	Control de temperatura del reductor.							
Banda transportadora	R2	Limpieza de carcasa del motor.							
Banda transportadora	R2	Inspeccion visual de los estados de los retenes del motor.							
Banda transportadora	R2	Control visual de sellos del reductor.							
Banda transportadora	R2	Limpieza de orificio de ventilacion del reductor.							
Banda transportadora	R2	Inspeccion visual de la cinta transportadora.							
Banda transportadora	R3	Limpieza de cajas de conexión del motor.							
Banda transportadora	R3	Inspeccion visual del eje del motor.							
Banda transportadora	R3	Análisis de lubricante del reductor.							
Banda transportadora	R3	Inspeccion eje del reductor.							
Banda transportadora	R3	Inspeccion del espesor de banda.							
Banda transportadora	R3	Inspeccion visual de la goma de revestimiento de tambor motris y tambor de cola.							
Banda transportadora	R3	Revisar el apriete de los bujes de montaje de tambores.							
Banda transportadora	R3	Alineacion y tencion de la cinta transportadora.							
Banda transportadora	R3	Inspeccion de desgaste de la tension de la canal de las poleas.							
Banda transportadora	R3	Inspeccion visual de las canales de las poleas.							
Banda transportadora	R3	Alineacion entre poleas.							
Banda transportadora	R4	Comprobar posicion de brazo de torque de banda transportadora.							
Banda transportadora	R4	Inspeccion de tapones de llenado, nivel y drenaje de lubricante.							
Banda transportadora	R5	Reajustar tornillos del soporte del motor.							
Banda transportadora	R5	Inspeccion visual de las bobinas del rotor y estator del motor.							
Banda transportadora	R5	Medicion de la resistencia de aislamiento y continuidad de las bobinas del motor.							
Banda transportadora	R5	Ultrasonido de ejes del motor.							
Banda transportadora	R5	Revisar el apriete de los conos de montaje sobre el eje del reductor.							
Banda transportadora	R5	Ultrasonido de ejes de tambor de cabeza y cola.							

Figura 56. (Continuación)

 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CRITICOS PLANTA DOSIFICADORA BOSA									
FRECUENCIA	3 AÑOS	ANUAL	SEMESTRAL	TRIMESTRAL	MENSUAL	SEMANAL	DIARIO		
SISTEMA	COD	ACTIVIDAD							
Banda transportadora	R6	Cambio de lubricante del reductor.							
Banda transportadora	R6	Inspeccion visual del estado de engranajes, piñones, rodamientos del reductor.							
Tornillo transportador	R1	Inspeccion de ruidos del motor.							
Tornillo transportador	R1	Control de temperatura en rodamientos del motor.							
Tornillo transportador	R1	Control de temperatura del reductor.							
Tornillo transportador	R2	Limpieza de carcasa del motor.							
Tornillo transportador	R2	Inspeccion visual del estado de los retenes del motor.							
Tornillo transportador	R2	Control visual de sellos del reductor.							
Tornillo transportador	R2	Limpieza de orificio de ventilacion del reductor.							
Tornillo transportador	R3	Limpieza de cajas de conexión del motor.							
Tornillo transportador	R3	Inspeccion visual del eje del motor.							
Tornillo transportador	R3	Análisis de lubricante del reductor.							
Tornillo transportador	R3	Inspeccion eje del reductor.							
Tornillo transportador	R4	Inspeccion de tapones de llenado, nivel y drenaje de lubricante.							
Tornillo transportador	R5	Reajustar tornillos del soporte del motor.							
Tornillo transportador	R5	Inspeccion visual de las bobinas del rotor y estator del motor.							
Tornillo transportador	R5	Medicion de la resistencia de aislamiento y continuidad de las bobinas del motor.							
Tornillo transportador	R5	Ultrasonido de ejes del motor.							
Tornillo transportador	R6	Cambio de lubricante del reductor.							
Tornillo transportador	R6	Inspeccion visual del estado de engranajes, piñones, rodamientos del reductor.							
Dosificacion cemento y cementante	R1	Verificacion y limpieza de la bascula dosificadora de cemento y cementante.							
Dosificacion cemento y cementante	R1	Inspeccionar optima operacion de la valvula del silo de cemento y ausencia de fugas.							
Dosificacion cemento y cementante	R1	Inspeccionar optima operacion de la valvula del bascula de cemento y ausencia de fugas.							
Dosificacion cemento y cementante	R2	Limpieza y verificacion de mecanismo de seguridad del silo de cemento 1.							
Dosificacion cemento y cementante	R2	Limpieza y verificacion de mecanismo de seguridad del silo de cemento 2.							
Dosificacion cemento y cementante	R2	Limpieza y verificacion de mecanismo de seguridad del silo de cementante.							
Dosificacion cemento y cementante	R3	Calibracion de la bascula dosificadora de cemento y cementante.							

Figura 56. (Continuación)

 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CRITICOS PLANTA DOSIFICADORA BOSA									
FRECUENCIA	3 AÑOS	ANUAL	SEMESTRAL	TRIMESTRAL	MENSUAL	SEMANAL	DIARIO		
SISTEMA	COD	ACTIVIDAD							
Dosificacion de agua	R1	Inspeccion de ruidon en motobomba.							
Dosificacion de agua	R1	Inspeccion visual de vibraciones en motobomba.							
Dosificacion de agua	R1	Control de temperatura de la motobomba.							
Dosificacion de agua	R2	Inspeccion visual de fugas en sellos, arandelas o anillos de motobomba.							
Dosificacion de agua	R2	Inspeccion de fugas en cuenta litros.							
Dosificacion de agua	R2	Verificacion de cuentalitros.							
Dosificacion de agua	R3	Limpieza de carcasa de motobomba.							
Dosificacion de agua	R3	Limpieza o cambio de los elementos de filtro de motobomba.							
Dosificacion de agua	R4	Verificar y corregir si es necesario el alineamiento de la motobomba y la transmisión.							
Dosificacion de agua	R4	Limpieza del interior del motor de la motobomba.							
Dosificacion de agua	R5	Limpieza de cajas de conexión del motor de la motobomba.							
Dosificacion de agua	R5	Reajustar bases y pernos de retencion de la motobomba.							
Compresor	R1	Inspeccion de ruidos del compresor.							
Compresor	R1	Control de temperatura en rodamientos del motor del compresor							
Compresor	R2	Inspeccion y tension de correas del compresor.							
Compresor	R2	Drenar agua del tanque del compresor.							
Compresor	R2	Probar la valvula de seguridad del compresor.							
Compresor	R3	Limpieza de carcasa de motor y compresor.							
Compresor	R3	Cambio de filtros de compresor.							
Compresor	R4	Limpieza de cajas de conexión del motor del compresor							
Compresor	R4	Inspeccion de desgaste de la canal de las poleas del compresor.							
Compresor	R4	Inspeccion visual de las canales de las poleas del compresor.							
Compresor	R4	Alineacion entre poleas del compresor.							
Compresor	R4	Inspeccion visual de picadura de las poleas del compresor.							
Compresor	R4	Comprobar buen funcionamiento de manometro del compresor.							
Compresor	R4	Cambio de aceite del compresor.							
Compresor	R5	Reajustar tornillos del soporte.							
Compresor	R5	Inspeccion visual de las bobinas del rotor y estator.							
Compresor	R5	Medicion de la resistencia de aislamiento y continuidad de las bobinas.							

Figura 56. (Continuación)

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CRITICOS PLANTA DOSIFICADORA BOSA									
FRECUENCIA	3 AÑOS										
	ANUAL										
	SEMESTRAL										
	TRIMESTRAL										
	MENSUAL										
	SEMANAL										
	DIARIO										
SISTEMA	COD	ACTIVIDAD									
Dosificación cemento y cementante	R3	Inspeccion visual de fisuras de silo de cemento 1.							X		
Dosificación cemento y cementante	R3	Inspeccion visual de fisuras de silo de cemento 2.							X		
Dosificación cemento y cementante	R3	Inspeccion visual de fisuras de silo de cementante.							X		
Dosificación cemento y cementante	R3	Inspeccion visual de estado de escalera y escotilla de silo de cemento 1.							X		
Dosificación cemento y cementante	R3	Inspeccion visual de estado de escalera y escotilla de silo de cemento 2.							X		
Dosificación cemento y cementante	R3	Inspeccion visual de estado de escalera y escotilla de silo de cementante.							X		
Dosificación cemento y cementante	R3	Limpieza de estructura de silo de cemento 1.							X		
Dosificación cemento y cementante	R3	Limpieza de estructura de silo de cemento 2.							X		
Dosificación cemento y cementante	R3	Limpieza de estructura de silo de cementante.							X		
Dosificación cemento y cementante	R4	Certificacion de la bascula dosificadora de cemento y cementante.								X	
Dosificación cemento y cementante	R4	Pintura silo de cemento 1.								X	
Dosificación cemento y cementante	R4	Pintura silo de cemento 2.								X	
Dosificación cemento y cementante	R4	Pintura silo de cementante.								X	
Tableros de control	R1	Revision y limpieza del gabinete, cables, aisladores, interruptores y demas componentes del tablero electrico.						X			
Tableros de control	R1	Revision y limpieza del gabinete, cables, aisladores, interruptores y demas componentes del tablero de control H7.						X			
Tableros de control	R1	Pruebas de operación manual de interruptor principal y derivados del tablero de control electrico.						X			
Tableros de control	R1	Pruebas de operación manual de interruptor principal y derivados del tablero de control H7.						X			
Tolvas	R1	Inspeccion visual de fisuras de tolva bascula dosificadora de arena.							X		
Tolvas	R1	Inspeccion visual de fisuras de tolva bascula dosificadora de agregado.							X		
Tolvas	R1	Inspeccion visual del estado de escalera y escotilla de la tolva bascula dosificadora de agregado.							X		
Tolvas	R1	Limpieza en estructura de la tolva bascula dosificadora de arena.							X		
Tolvas	R1	Limpieza en estructura de la tolva bascula dosificadora de agregado.							X		
Tolvas	R2	Pintura de la tolva bascula dosificadora de arena.								X	
Tolvas	R2	Pintura de la tolva bascula dosificadora de agregado.								X	

Fuente: Autores.

6. INDICADORES DE MANTENIMIENTO

En este trabajo se plantea utilizar indicadores de mantenimiento, debido a que son parámetros numéricos bajo los cuales se pueden hacer las debidas comparaciones, para así estar siempre en mejora continua y poder tomar medidas correctivas o mejorativas y tener una mejor visión de cómo se encuentra el sistema de gestión de mantenimiento.

6.1 TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS

Este indicador se toma para tener una estadística sobre el tiempo que hay entre la ocurrencia de las fallas.

$$TPEF = \frac{HROP}{NTFALLAS}$$

HROP= Horas de operación

NTFALLAS= Número total de fallas detectadas

6.2 TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR

Este indicador se toma para tener una referencia de la eficiencia de nuestro personal de mantenimiento.

$$TPPR = \frac{TTF}{NTFALLAS}$$

TTF= Tiempo total de fallas

NTFALLAS= Número total de fallas detectadas

6.3 COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR MANTENIMIENTO

TOTAL: este indicador se toma como referencia de que tan acertada ha sido la planificación de mantenimiento frente al mantenimiento de emergencia.

$$CPTC = \frac{CP}{CTM}$$

CP= Costo de mantenimiento preventivo

CTM= Costo total de mantenimiento

6.4 ÍNDICE DE CUMPLIMIENTO DE LA PLANIFICACIÓN

Este indicador mide el grado de acierto que tiene el planificador.

$$ICP = \frac{NOAFP}{NOT}$$

NOTFP= Número de órdenes acabadas en el tiempo planificado

NOT= Número de órdenes totales

6.5 TIEMPO MEDIO DE RESOLUCIÓN DE UNA O.T

Este indicador se basa en medir el tiempo promedio en que el personal de mantenimiento gasta en la resolución de un O.T.

$$TMROT = \frac{NOTR}{NHDM}$$

NOTR= Número de OT resueltas

NHDM= Número de horas dedicadas al mantenimiento

6.6 COSTO MEDIO DE MANO DE OBRA

Este indicador expresa en costo promedio por hora de mano de obra empleada en mantenimiento.

$$CMMO = \frac{CTMOM}{NHM}$$

NHM= Número de horas de mantenimiento

CTMOM= Costo total de mano de obra en mantenimiento

6.7 ÍNDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Este indicador se basa en medir el porcentaje de tiempo empleado en la ejecución de mantenimiento preventivo contra el mantenimiento total.

$$IMP = \frac{HMP}{HTM}$$

HMP= Horas de mantenimiento preventivo

HTM= Horas totales de mantenimiento

7. FORMATOS PROPUESTOS PARA MANTENIMIENTO

Los formatos de mantenimiento son de vital importancia en la planificación y toma de decisiones de mantenimiento, ya que en éstos se encuentra información valiosa tanto para programar mantenimientos como para evaluar los resultados de los grupos de esta área.

En este trabajo se plantean unos formatos enfocados a la disponibilidad de equipos y para calificar la eficiencia tanto de los operadores de mantenimiento como de los planeadores.

8. FORMATO DE ANÁLISIS DE FALLAS

El análisis de modo y efecto de falla AMEF, es una herramienta muy importante para evaluar las fallas potenciales de un equipo y el efecto que esto puede tener de no corregirse a tiempo. Gracias a este tipo de análisis se pueden establecer las estrategias de mantenimiento para reducir las fallas potenciales que afecten la disponibilidad de los equipos en estudio.

El AMEF ha tomado tal importancia que se ha convertido en un análisis casi obligatorio con el fin de detectar y prevenir las posibles fallas, y así mismo, hacer a estos equipos más confiables y seguros.

A continuación se hace una breve explicación de cómo hacer el análisis de modo y efecto de falla:

- 1. Página/ De:** anotar el número consecutivo correspondiente a la página en la que se trabaja y en De: escribir el número total de hojas que completan el AMEF.
- 2. Número de proyecto:** anotar el número de proyecto al que corresponde este análisis, de acuerdo a los criterios que se utilizan en la empresa.
- 3. Proceso:** registrar el nombre del proceso u operación sobre el cual se está haciendo el análisis.
- 4. Producto afectado:** registre el nombre y/o modelos del (los) producto (s) que se producen en este proceso.
- 5. Responsabilidad:** escribir el nombre de la persona que tiene la responsabilidad primaria del proceso, es decir, la gerencia que tiene la responsabilidad principal de la máquina, equipo o proceso.
- 6. Líder del proyecto:** anotar el nombre del responsable técnico del proyecto.
- 7. Preparado por:** anotar el nombre de las personas que realizaron el AMEF.
- 8. Fecha clave:** escribir la fecha obligatoria en que se debe terminar este AMEF, ya sea por alguna razón especial como compromisos de liberación de producción o por meta en tiempo que el equipo decida imponerse.

9. Fecha AMEF original y última revisión: si ya se ha hecho antes un AMEF sobre este proceso, anotar la fecha del primer AMEF y la fecha de la última revisión formal.

10. Función del proceso (identificación y propósito): dar una descripción breve de la función del proceso analizado, anotando las principales etapas del proceso y su función correspondiente.

11. Modo potencial de falla: es la manera en que el proceso (sistema, componente) podría potencialmente fallar en el cumplimiento de requerimientos. En esta etapa se deben anotar todos los modos potenciales de falla, sin tomar en cuenta la probabilidad de su ocurrencia.

12. Efecto(s) de la falla potencial: se definen como los efectos del modo de falla, este efecto negativo puede darse en el proceso mismo, sobre una operación posterior o el cliente final.

13. Severidad (S): estimar la severidad de los efectos listados en la columna previa. La severidad de los efectos potenciales de falla se evalúa en una escala del 1 al 10 y representa la gravedad de la falla para el cliente o para una operación posterior, una vez que esta falla ha ocurrido. La severidad solo se refiere o se aplica al efecto.

14. Control o artículos críticos: utilizar esta columna para identificar o clasificar las características críticas del proceso que requieren controles adicionales; por tanto se le debe notificar al responsable del diseño de proceso.

15. Causas /mecanismo de la falla potencial (mecanismo de falla): hacer una lista de todas las posibles causas para cada modo potencial de falla. Entendiendo como causa de falla a la manera como podría ocurrir la falla.

16. Ocurrencia: estimar la frecuencia con la que se espera ocurra la falla debido a cada una de las causas potenciales listadas antes. La posibilidad de que ocurra cada causa potencial se estima en una escala del 1 al 10. Si hay registros estadísticos adecuados, éstos deben utilizarse para asignar un número a la frecuencia de ocurrencia de la falla.

17. Controles actuales del proceso para detección: hacer una lista de los controles actuales del proceso que están dirigidos a:

- a) Prevenir que ocurra la causa-mecanismo de falla o controles que reduzcan la tasa de falla.
- b) Detectar la ocurrencia de la causa-mecanismo de la falla, de tal forma que permite generar acciones correctivas.
- c) Detectar la ocurrencia del modo de falla resultante.

18. Detección (D): con una escala del 1 al 10, estimar la probabilidad de que los controles del tipo b) y c), detecten la falla una vez que ha ocurrido, antes de que el producto salga hacia procesos posteriores o antes de que salga del área de manufactura o ensamble. Se debe suponer que la causa de falla ha sucedido y entonces evaluar la eficacia de los controles actuales para prevenir el embarque del defecto.

19. Número de prioridad del riesgo (NPR): calcular el NPR para efecto-causas-controles, que es el resultado de multiplicar la puntuación dada a la severidad del efecto de falla, por las probabilidades de ocurrencia para cada causa de falla y por las posibilidades de que los mecanismos de control detecten cada causa de falla.

$$NPR = (S) \times (O) \times (D)$$

El NPR cae en un rango del 1 a 1000 y proporciona un indicador relativo de todas las causas de falla. A los más altos números de NPR se les deberá dar prioridad para acciones correctivas.

20. Acciones recomendadas: en esta columna se describe una breve descripción de las acciones correctivas recomendadas para los NPR más altos.

21. Responsabilidad y fecha prometida para acciones recomendadas: especificar el área y personas responsables de la ejecución de las acciones recomendadas, con la fecha prometida para concluir tales acciones.

1. Acciones tomadas: a manera de seguimiento y una vez que se ha implementado la acción, anotar el resultado de la misma.

2. NPR resultante: una vez que la acción correctiva ha sido llevada a cabo, se deberá actualizar la información para la puntuación de severidad, ocurrencia y detección para la causa de falla estudiada. Todos los NPR resultantes deberán ser revisados y si es necesario considerar nuevas acciones, para ello se repiten los pasos del 20 en adelante.

Figura 60. AMEF de proceso

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA POTENCIAL (AMEF DE PROCESO)																		
Proyecto: 2		Proceso: No. Nombre: 3		Producto 4		Página: 1 de _____												
Área responsable: 5				Líder del proyecto: 6		AMEF #: 7												
Otras áreas involucradas 8				Fecha de liberación: 8		Preparado por: 9												
						Fecha Amef original: 9												
						Fecha Última revisión: 9												
Descripción del proceso Identificación	Propósito del proceso	Modo de la falla potencial	Efectos-Causa(s) Potenciales de la falla	SEVERIDAD	CRÍTICA	Causa potencial o mecanismo de la falla	OCURRENCIA	Controles actuales	DETECCIÓN	NPR	Acciones recomendadas	Área/ Responsable/Fecha de cierre	Resultado de acciones 23					
													Acciones tomadas	SEV	OCU	DET	NPR	
10		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22					

REYES, P. Análisis del Modo y Efecto de Falla de Proceso (PFMEA). Febrero 2007.

9. CONCLUSIONES

- Por medio del análisis de criticidad, método de factores ponderados, se encontraron los equipos críticos de la planta de dosificación de concreto de Cemex bosa, con el fin de que mantenimiento dedique mayores recursos a estos.
- Se definieron los tipos de mantenimiento a realizar a cada uno de los equipos críticos.
- Se plantearon las rutinas, programas y planes de mantenimiento para cada uno de los equipos críticos de la planta de dosificación de concreto Cemex bosa.
- Se plantearon nuevos indicadores para el área de mantenimiento de la planta dosificadora de concreto de Cemex bosa, con el fin de poder evaluar el trabajo realizado en esta área.
- Se revisaron y se presentaron nuevos formatos para el área de mantenimiento.
- Se planteó el formato de análisis de falla para que sea ejecutado por el área de mantenimiento de la planta de concreto de Cemex bosa.

10. RECOMENDACIONES

- Las tolvas básculas dosificadoras no tienen actualmente recubrimiento, por tal razón se recomienda que se realice recubrimiento en tivar o caucho, con lo que se evitaría la adherencia del material y desgaste de tolva.
- Se recomienda que día a día se mejoren los planes de mantenimiento, teniendo en cuenta las necesidades reales de la planta
- Actualmente Cemex maneja el sistema de información SAP, pero está siendo subutilizado, así que se recomienda darle el uso adecuado, actualizándolo y alimentándolo con los datos tomados día a día en mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- ESPINOSA FUENTES, Fernando. INDICADORES DE EFICIENCIA DE MANTENIMIENTO. Charlas para la gestión del mantenimiento. 2013.
- Estudio de criticidad de equipos. Ingeniería de Mantenimiento - STAFF TÉCNICO ABB. Julio 2005.
- Formatos de Mantenimiento. [En línea] Consultado el 4 de septiembre de 2013. Disponible en <http://mantenimientotelecomu.blospot.com/2012/06/formatos-de-mantenimiento.html>
- GARCÍA GARRIDO, Santiago. Indicadores en Mantenimiento. [En línea] Consultado el 16 de agosto de 2013. Disponible en <http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/indicadores+de+mantenimiento>
- La Rectificación de Motores de Combustión Interna. [En línea] Disponible en <http://widman.biz/boletines/30.html>.
- Libro de mantenimiento industrial. [En línea] Consultado el 13 julio de 2013. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/18358130/Libro-de-Mantenimiento-Industrial>
- Libro de mantenimiento industrial. [En línea] Consultado el 7 junio de 2013. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/18358130/Libro-de-Mantenimiento-Industrial>.
- MUÑOZ ABELLA, María Belén. Mantenimiento Industrial. Tecnología de Máquinas, 4º Ingeniería Industrial. Leganés, 2003.

- ORREGO BARRERA, Juan Carlos. Análisis de Criticidad. [En línea] Consultado el 4 de septiembre de 2013. Disponible en <http://www.slideshare.net/mantonline/anlisis-de-criticidad-presentation>.
- PANTOJA, Yuscy, y VALVUENA, Elkin. Ingeniería de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería mecánica. 2012. [En línea] Consultado el 5 de enero del 2014. Disponible en <http://www.slideshare.net/Dabyus/codificacin-de-equipos>.
- PAURO, Ricardo. Indicadores de Mantenimiento: ¿Qué se debe medir y por qué? 2013.
- REYES, P. Análisis del Modo y Efecto de Falla de Proceso (PFMEA). Febrero 2007.

ANEXO A

FORMATO PREVENTIVO INDUSTRIAL

[illegible]

ANEXO B

FORMATO PLAN DE MANTENIMIENTO

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FECHA: PAGINA:
---	---	-------------------

PLANTA: _____

EQUIPO	CODIGO-PROCED.	PROCEDIMIENTO	FRECUENCIA

Nota:

Todos los mantenimientos definidos en horas se establece un rango en la frecuencia para cada programación de (+/-) 100 horas.

Todos los mantenimientos definidos en m³ se establece un rango en la frecuencia para cada programación de (+/-) () m³ de concreto.

Todos los mantenimientos definidos en toneladas se establece un rango en la frecuencia para cada programación de (+/-) () Ton. de Morteros Seco.

Todos los mantenimientos definidos en días se establece un rango en la frecuencia para cada programación de (+/-) () días.

Reviso: _____

COL-MTO-PT-02/4

FORMATO ORDEN DE TRABAJO



No. de orden.-400000571200

Centro.-F002 - CO-PLANTA AMERICAS Emplazamiento.- 1.-Dosificación Área de empresa.-11.-P. dosificador Ubicación técnica.-CO-CEN-BOG-AME-PDS. -PLANTAS DOFICADORAS Número de eq.(DET).-03501-49101/47002.-PLANTA PREMEZCLADORA AMERICAS REX LOG 10 No. De identificación técnica.-PD-3801 Estado de la instalación.-Equipo en Paro	Orden superior.- Centro de costos.-3351024010 Número de eq.(SAP).-66813
--	--

Inicio extremo.-10.06.2012 Fin extremo.-15.06.2012 Clase de orden.-MP.-Mto. Preventivo (Concretos ,Transportes) Prioridad.-7.-Mant.Prev. Gral Clase actividad PM.-30.-Mecánico Estatus de usuario.-IEXC	Reportado por.- Asignado a.-ROJAS ANDRES MAURICIO
--	--

MS491004; DINR PLANTA REX-LOGO AMERICAS				
Mano obra interna				

Nombre de Pers.		Cant	Tiem			
Puesto de		Pers	Est.			
Trabajo. Operación. Sub operación Descripción		Ejec	Ejec		Duración Actual	Fecha de termino

<i>No. De personal asignado</i>						
MEC 0010	INCLUDE 'ZCO03040; MS491004; DI NR PLANTA	1	1,0			

CA10: CO03040
CEKY: MS491004
Descripción: DINR PLANTA REX-LOGO PLANTA DE CONCRETOS

**** SEGURIDAD ****

ESTA RUTINA ES PARA EJECUTAR CON EQUIPO PARADO
INFORME A OPERACIONES DE SUS TRABAJOS EN EL ÁREA.
DURANTE EL RECORRIDO ESTARÁ EXPUESTO A ELEMENTOS
EN MOVIMIENTO, TOMA LAS PRECAUCIONES PERTINENTES.
LOS IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD QUE DEBE EMPLEAR SON
COMO MÍNIMO: CASCO, GAFAS, GUANTES, MASCARILLA.
PROTECTORES AUDITIVOS, Y BOTAS CON PUNTERAS DE ACERO.
TRABAJE CON SEGURIDAD, ORDEN Y ASEO.
APLIQUE LAS NORMAS DE SEGURIDAD Y UTILICE LOS ELEMENTOS
DE PROTECCIÓN ADECUADOS PARA LA LABOR QUE REALIZA.

INFORMAR A OPERADOR DE AREA ACTIVIDAD A REALIZAR

****REVISION PLANTA PREMEZCLADORA****

DESCRIPCION	B	R	M	DATOS			
1.TOLVAS ALMACEN.AGREGADO				41306MRS			
Realizar medicion espesor en 3 puntos							
inferiores de la tolva y entregar							
reporte según formato							
Realizar prueba hidro estatica al							
cilindro según formato							

ANEXO C. (Continuación)



No. de orden.-400000571200

Revisar Unidades de MTO y cambiar | |
cambiar si es necesario. | |

2.BANDA TRANSPORTADORA N.1 | |
Verificar 1 a 1 rodillos de la banda | | |
y llenar formato | |
Medir espesor y desgaste de rodillo | | |
de cola y de cabeza. | |
Medir espesor de cinta en la zona | |
Pentral | |
Revisar el buen estado de raspadores | | |
y encausadores si es necesario cambiar | |
Reductor verificar nivel de aceite | |
Revisar correas,cambiar si es necesario | |

2.BANDA TRANSPORTADORA N.2 | |
Verificar 1 a 1 rodillos de la banda | | |
y llenar formato | |
Medir espesor y desgaste de rodillo | | |
de cola y de cabeza. | |
Medir espesor de cinta en la zona | |
central | |
Revisar el buen estado de raspadores | | |
y encausadores si es necesario cambiar | |
Reductor verificar nivel de aceite | |
Revisar correas,cambiar si es necesario | |

3 BANDA TRANSPORTADORA N.3 | |
Verificar 1 a 1 rodillos de la banda | | |
y llenar formato | |
Medir espesor y desgaste de rodillo | | |
de cola y de cabeza. | |
Medir espesor de cinta en la zona | |
central | |
Revisar el buen estado de raspadores | | |
y encausadores si es necesario cambiar | |
Reductor verificar nivel de aceite | |
Revisar correas,cambiar si es necesario | |

TORNAMESA | |
Revisar sistema de transmision y | |
cambiar cadena si es necesario | |
Retorquear anclaje de motoreductor | |
Revisar que gire libremente | |
Medir espesor del recubrimiento del | |
tornamesa | |

TOLVA DE AGREGADOS | |
Medir espesor y desgaste de la tolva | |
Realizar medicion prueba hidrostatica | | |
del cilindros según formato | |
Verificar correcto funcionamiento y | | |
sistema de sujeción, estado de la | |
lamina de sujeción, lubricar manitos | | |
y ajustar | |

ANEXO C. (Continuación)



No. de orden.-400000571200

BASCULA DE AGREGADOS	_____
Revisar anclajes de celdas,retorquear	_____
Medir desgaste de la lamina,reparchar	_____
si es necesario,reportar según formato	_____
Verificar funcionamiento de compuerta	_____
y reportar,realizar reparaciones men	_____

10.MEZCLADOR	_____
Revisar recubrimiento de poliuretano	_____
Medir desgaste de las paletas en los	_____
extremos Según formato	_____
Verificar nivel de aceite reductor 1	_____
Verificar nivel de aceite reductor 2	_____
Tomar muestra de aceite de los reducto-	_____
res en los tarro.	_____
Revisar y retorquear anclajes de	_____
motorreductores cambiar tornillos si	_____
es necesario	_____
Verificar alineación y engranaje	_____
Retorquear rodillera	_____
Cambiar manga de descargue si es necesario	_____
Retorquear tomilleria de las aletas	_____
de la olla premezcladora.	_____

12.BASCULA DE AGUA	_____
Revisar tarro, y medir espesor en 3	_____
puntos a lo largo de la bascula(sg-f)	_____
Cambiar valvula de cargue de agua	_____
cada 6 meses aprox	_____
Realizar prueba hidrostática a	_____
cilindro sg formato	_____
Cambiar manga si esta da/ada	_____
Verificar estanqueidad	_____
Verificar que se mueva libremente	_____

14.BASCULA DE CEMENTO	_____
Revisar tarro,y medir espesor en 3	_____
puntos a lo largo de la bascula(sg-f)	_____
Revisar y retorquear anclajes de	_____
celdas de carga	_____
Cambiar valvula de descargue cada 6	_____
meses cada 6 meses aprox	_____
Revisar accionamiento de gato,realizar	_____
prueba hidrostática si es necesario	_____
Cambiar manga si esta da/ada	_____
Revisar Unidad de MTTO cambio(siesne)	_____
Revisar funcionamiento de la valvula	_____

25.SINFIN DE CEMENTO 1	_____
Verificar funcionamiento motorreductor	_____
verificar nivel de aceite tomar muestra	_____
Destapar, revisar centradores y bujes	_____

26.SINFIN DE CEMENTO 2	_____
Verificar funcionamiento motorreductor	_____
verificar nivel de aceite tomar muestra	_____

Destapar, revisar centradores y bujes [] [] [] []

27.SISTEMA HIDROFLOW

Verificar estado de las vejigas.presión

Verificar que no haya fugas en la linea

de agua,tomar espesores de tuberia 10

puntos de la linea de agua

Cambiar valvulas del sist.agua con fugas

Verificar y limpiar valvulas de pie

30. COMPRESOR AIRE 1					
Revisar anclajes y retorquear					
Revisar válvula de cheque y cambiar si es necesario					
Revisar correas y cambiar si es nec.					
Cambio de aceite y filtros Si es nec					
Análisis del aceite (tomar muestra)					

30. COMPRESOR DE AIRE 2				
Revisar anclajes y retorquar				
Revisar válvula de cheque y cambiar si es necesario				
Revisar correas y cambiar si es nec.				
Cambio de aceite y filtros Si es nec				
Análisis del aceite (tomar muestra)				

30.COMPRESOR BETICO									
Revisar anclajes y retorquar									
Revisar válvula de cheque y cambiar si es necesario									
Revisar correas y cambiar si es nec.									
Cambio de aceite y filtros Si es nec									
Análisis del aceite (tomar muestra)									

[illegible]

INFORMAR A OPERADOR DE AREA LA TERMINACION DE LA ACTIVIDAD
OBSERVACIONES:

ANEXO C. (Continuación)



No. de orden.-400000571200

Comentarios de ejecución de la orden de trabajo/Llenado de retroalimentación

Personal involucrado

Operación	Sub operación	No. de empleado o Nombre	Horas Actuales

Equipo y/o Planta lista para arrancar y operador informado _____

ANEXO D

FORMATO LUBRICACIÓN DE PLANTA

CEKY: LS491005

Descripción: LUBRICACIÓN PLANTA

10. ESTA RUTINA ES PARA EJECUTAR CON EL EQUIPO PARADO, PERO EL ÁREA DE OPERACIÓN DEBE CONOCER QUE USTED ESTA TRABAJANDO EN EL EQUIPO.

20. APLIQUE LAS NORMAS DE SEGURIDAD Y UTILICE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN ADECUADOS PARA LA LABOR QUE REALIZA.

.
****LUBRICANTES****

30. PARA ENGRASE UTILICE GRASA MOBIL GREASE MULTIPROPÓSITO

40. PARA RELLENOS O CAMBIOS DE ACEITE HIDRÁULICO UTILICE MOBIL DTE 26

50. PARA RELLENOS O CAMBIOS DE ACEITE A REDUCTORES UTILICE MOBIL GEAR 629

60. PARA RELLENOS O CAMBIOS DE ACEITE NEUMÁTICO UTILICE SAE 10

70. EL PROCEDIMIENTO QUE SE DEBE APLICAR PARA LOS ELEMENTOS A LUBRICAR ES:

A. REALIZAR LIMPIEZA EXTERNA A LOS ELEMENTOS COMO CHUMACERAS, SOPORTES, BUJES, RODILLERÍA, REDUCTORES ETC. UTILICE ESTOPA Y BALDE.

B. APLIQUE GRASA Y GARANTICE QUE LE ENTRE AL SISTEMA, EN CASO TAL CAMBIE LA GRASERA O SI ES NECESARIO PASE A UNA GRASERA MAYOR (UTILICE MACHUELO).

C. RETIRE CON ESTOPA LA GRASA QUE SOBRESALIÓ POR LA GRASERA.

****PUNTOS A LUBRICAR****

*** ENGRASE CHUMACERAS *****

80. TAMBOR DE COLA BANDA N.1 |OK|OBSERVACIONES

90. TAMBOR DE CABEZA BANDA N.1 |__|_____

100. TAMBOR DE COLA BANDA N.2 |__|_____

110. TAMBOR DE CABEZA BANDA N.2 |__|_____

ANEXO D. (Continuación)

120. TAMBOR DE COLA BANDA 3 |__|_____

130. TAMBOR DE CABEZA N.3 _____|__|_____

140. CABEZA Y COLA SINFIN N.1 |__|_____

150. CABEZA Y COLA SINFIN N.2 |__|_____

160. CABEZA Y COLA SINFIN N.3 |__|_____

****REVISAR NIVEL DE ACEITE Y COMPLETAR SI ES NECESARIO****

170. REDUCTOR BANDA 1 |__|_____

180. REDUCTOR BANDA 2 |__|_____

190. REDUCTOR BANDA 3 |__|_____

200. REDUCTOR SINFIN N.1 |__|_____

210. REDUCTOR SINFIN N.2 |__|_____

220. REDUCTOR SINFIN N.3 |__|_____

230. COMPRESOR BÉTICO SB2 N.1 |__|_____

240. COMPRESOR BÉTICO SB2 N.2 |__|_____

250. COMPRESOR AIRE PLANTA HTA 120 N.1 |__|_____

260. COMPRESOR AIRE PLANTA HTA 120 N.2 _____

270. UNIDADES DE MANTENIMIENTO |__|_____

280. HAGA ENTREGA DEL INFORME AL INGENIERO INTERVENTOR.

Formato de lubricación realizado por Cemex de Colombia S.A.

ANEXO E

FORMATO ILAR

ILAR PLANTA BOSA

**** SEGURIDAD ****

1. ESTA RUTINA INCLUYE UNA INSPECCIÓN VISUAL Y UNA LUBRICACIÓN GENERAL DE LA PLANTA PARA EJECUTAR CON EQUIPO EN MARCHA. EN ALGUNOS CASOS ESPECIFICADOS MÁS ADELANTE SE REQUIERE DETENER ALGUNOS ELEMENTOS
2. INFORME A OPERACIONES DE SUS TRABAJOS EN EL ÁREA
3. DURANTE EL RECORRIDO ESTARÁ EXPUESTO A ELEMENTOS EN MOVIMIENTO; TOME LAS PRECAUCIONES PERTINENTES
4. LOS IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD QUE DEBE EMPLEAR SON COMO MÍNIMO: CASCO, GAFAS, GUANTES, MASCARILLA, PROTECTORES AUDITIVOS Y BOTAS PUNTA DE ACERO
5. TRABAJE CON SEGURIDAD, ORDEN Y ASEO
6. APLIQUE LAS NORMAS DE SEGURIDAD Y UTILICE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN ADECUADOS PARA LA LABOR QUE REALIZA
7. ASEGURE EL ÁREA CON CINTA DE "PELIGRO NO PASE"
8. HAGA USO DEL SISTEMA DE CANDADEO Y TARJETEO DEBIDAMENTE. ESTO IMPLICA DILIGENCIAR EL NOMBRE DE LA PERSONA QUE REALIZA EL TRABAJO
9. DESPUÉS DEL TRABAJO DEJE EL ÁREA LIMPIA
10. SI DEBE TRABAJAR EN ALTURA DEBE TENER EL CERTIFICADO PARA LA LABOR
11. SI DEBE TRABAJAR EN ALTURA USE ARNÉS DE SEGURIDAD CON DOS ESLINGAS
12. SI DEBE TRABAJAR CON ELECTRICIDAD DEBE TENER CERTIFICADO PARA LA LABOR

INFORMAR AL OPERADOR DE ÁREA LA ACTIVIDAD A REALIZAR

INSPECCIÓN DE LA PLANTA

DURANTE LA SIGUIENTE RUTINA USTED DEBE REALIZAR UNA INSPECCIÓN DE TODOS LOS ELEMENTOS ENLISTADOS Y CALIFICARLOS SEGÚN SU ESTADO:

B (EN BUEN ESTADO); R (REGULAR); M (EN MAL ESTADO)

ANEXO E. (Continuación)

COMO PARTE DE LA INSPECCIÓN, DEBE REALIZAR LAS SIGUIENTES TAREAS:

1. ENCENDER LA PLANTA ELÉCTRICA DURANTE DOS HORAS CON CARGA APLICADA
2. DRENAR EL TANQUE DE AIRE DE LOS COMPRESORES
3. DRENAR LOS TANQUES PULMÓN DE LA PLANTA
4. DRENAR EL TANQUE DE AIRE DE LOS COMPRESORES BÉTICO (SI APLICA)
5. REVISAR QUE LAS BÁSCULAS SE ENCUENTREN A NIVEL
6. REPORTAR TODA CONDICIÓN ANORMAL QUE SE PRESENTE DURANTE LA INSPECCIÓN EN EL ESPACIO QUE SE DA DEBAJO DE CADA ELEMENTO

ALGUNAS DE LAS POSIBLES CONDICIONES ANORMALES SON:

- a. TEMPERATURAS EXCESIVAS EN REDUCTORES, MOTORES O BOMBAS HIDRÁULICAS
- b. VIBRACIONES EXCESIVAS EN REDUCTORES, MOTORES O BOMBAS HIDRÁULICAS
- c. RUIDOS ANORMALES EN COMPRESORES, TUBOS DE LOS SINFINES, REDUCTORES
- e. PRESENCIA DE CEMENTO DENTRO DE MANGUERAS DE DESCARGA O FLUIDIZACIÓN

LUBRICACIÓN DE LA PLANTA

DURANTE LA SIGUIENTE RUTINA USTED REALIZARÁ UNA LUBRICACIÓN GENERAL DE LA PLANTA, ENGRASANDO O REVISANDO LA PUREZA Y NIVEL DE ACEITE DE LOS ELEMENTOS ESPECIFICADOS CON UNA CASILLA ADICIONAL INDICADA CON LA LETRA "L". PARA LOS ELEMENTOS QUE APLICAN DEBE REALIZAR LAS SIGUIENTES TAREAS:

1. REALIZAR UNA LIMPIEZA EXTERNA DEL ELEMENTO HASTA VER EL COLOR DE LA PINTURA LIMPIA
2. INSPECCIONAR EL NIVEL DE ACEITE O ENGRASAR EL ELEMENTO SIGUIENDO LAS INDICACIONES QUE SE DAN DEBAJO DEL ELEMENTO
3. LIMPIAR LOS EXCESOS DE ACEITE O DE GRASA QUE SE PRESENTEN DESPUES DE TERMINAR CON CADA ELEMENTO Y DEJAR EL ÁREA DE TRABAJO TAN LIMPIA COMO SEA POSIBLE

ANEXO E. (Continuación)

4. SI EL ACEITE ESTÁ CONTAMINADO, REPORTAR INMEDIATAMENTE AL PLANEADOR DE MANTENIMIENTO PARA REALIZAR EL CAMBIO DE ACEITE
5. CUANDO TERMINE CON EL ELEMENTO, MARCAR LA CASILLA QUE SE ENCUENTRA A LA DERECHA DEL ELEMENTO ENLISTADO (L).

LAS HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA REALIZAR EL TRABAJO SON LAS SIGUIENTES:

1. ENGRASADOR Y GRASERAS
2. TOALLAS DE LIMPIEZA
3. PARA ENGRASAR: GRASA MOBIL MULTIPRÓPOSITO
4. PARA LOS COMPRESORES: ACEITE 15W40
5. PARA LOS REDUCTORES: ACEITE MOBIL GEAR 220
6. PARA EL SISTEMA HIDRÁULICO: ACEITE DTE26
7. UN NIVEL PARA LA INSPECCIÓN DE LAS BÁSCULAS
8. LIMPIADOR DIELÉCTRICO
9. DESENGRASANTE
10. CEPILLO
11. ESPÁTULA

NOTA: EL ENGRASADOR Y LAS GRASERAS DEBEN ESTAR EN BUEN ESTADO.

LOS ACEITES Y LA GRASA DEBEN ESTAR LIMPIOS.

1. BÁSCULA DE CEMENTO () APLICA () NO APLICA _ _ _

- Estructura | _ | _ | _ |
- Nivelación de la báscula | _ | _ | _ |
- Herrajes de las celdas | _ | _ | _ |
- Tarro (tolva) | _ | _ | _ |
- Válvula mariposa para cargue cemento | _ | _ | _ |
- Válvula mariposa para descargue de cemento | _ | _ | _ |
- Mangas | _ | _ | _ |
- Celdas | _ | _ | _ |
- Cable de tierra de las celdas | _ | _ | _ |
- Tornillo sin fin | _ | _ | _ |
- Rodamientos del tornillo sin fin | _ | _ | _ |
- Reductor del tornillo sin fin | _ | _ | _ |
- Vibrador y sujeción del vibrador | _ | _ | _ |
- Fluidización | _ | _ | _ |

Notas:

ANEXO E. (Continuación)

2. BÁSCULA DE AGREGADOS () APLICA () NO APLICA __ _ _

- Estructura |_|_|_|
 - Nivelación de la báscula |_|_|_|
 - Herrajes de las celdas |_|_|_|
 - Tolva |_|_|_|
 - Actuador para descargue de agregados (cilindro) |_|_|_|
 - Compuerta (Bujes y manitos) |_|_|_|
 - Electroválvulas |_|_|_|
 - Celdas |_|_|_|
 - Cable de tierra de las celdas |_|_|_|
 - Vibrador y sujeción del vibrador |_|_|_|
-
-

3. BÁSCULA DE ARENA () APLICA () NO APLICA __ _ _

- Estructura |_|_|_|
- Nivelación de la báscula |_|_|_|
- Herrajes de las celdas |_|_|_|
- Tolva |_|_|_|
- Actuador para descargue (Cilindro) |_|_|_|
- Compuerta (Bujes y manitos) |_|_|_|
- Electroválvulas |_|_|_|
- Celdas |_|_|_|
- Cable de tierra de las celdas |_|_|_|
- Vibrador y sujeción del vibrador |_|_|_|

Notas:

3. SISTEMA DE AGUA () APLICA () NO APLICA __ _ _

- Tanque de agua |_|_|_|
 - Bombas de agua |_|_|_|
 - Válvula de pie o poma |_|_|_|
 - Válvulas de cheque |_|_|_|
 - Tubería |_|_|_|
 - Accesorios |_|_|_|
 - Caudalímetro |_|_|_|
-
-

ANEXO E. (Continuación)

4. SISTEMA DESCARGUE DE CEMENTO A SILOS () APLICA () NO APLICA __

- Compresor (soplador) |__|__|__|
 - Tubería |__|__|__|
 - Acoples rápidos |__|__|__|
 - Flanches |__|__|__|
 - Manguera de aire |__|__|__|
 - Manguera de cemento |__|__|__|
-
-

5. SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS () APLICA () NO APLICA __ __ __

- Tanques de almacenamiento |__|__|__|
 - Bombas dosificadoras |__|__|__|
 - Electroválvulas |__|__|__|
 - Válvulas (Manual) |__|__|__|
 - Mangueras y accesorios |__|__|__|
-
-

6. SISTEMA NEUMÁTICO () APLICA () NO APLICA __ __ __

- Compresor de aire |__|__|__|
- Tablero electroválvulas |__|__|__|
- Unidad de mantenimiento (manómetro)|__|__|__|
- Electroválvula cargue de cemento |__|__|__|
- Electroválvula descargue de cemento |__|__|__|
- Electroválvula compuerta de agregados |__|__|__|
- Electroválvula compuerta de arena |__|__|__|
- Actuador cargue báscula de cemento |__|__|__|
- Actuador descargue báscula de cemento |__|__|__|

L: Revisar que se cumpla el nivel de aceite o completar el nivel con la cantidad de aceite necesaria

Notas:

ANEXO E. (Continuación)

7. SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE AGUA () APLICA () NO APLICA __ _ _

- Bomba centrífuga |_|_|_|
 - Mangueras |_|_|_|
 - Sistema de control |_|_|_|
 - Hidroflo |_|_|_|
 - Flotador |_|_|_|
-
-

8. SILO DE CEMENTO CUADRADO () APLICA () NO APLICA __ _ _

- Válvula de mariposa |_|_|_|
 - Sensor de nivel |_|_|_|
 - Regulador de aire de la fluidización |_|_|_|
 - DINR DEL COLECTOR DE POLVO (Procedimiento al final) |_|_|_|
 - Fluidización |_|_|_|
 - Desfogue de cemento (Válvula de seguridad) |_|_|_|
 - Escaleras, escotillas y pasarelas |_|_|_|
-
-

9. SINFIN DE CEMENTO N.1 () APLICA () NO APLICA __ _ _

- Válvula de mariposa |_|_|_|
- Aletas del sinfin |_|_|_|
- Chumacera de la tapa superior L () | | | |
- L: Aplicar grasa hasta desplazar toda la grasa vieja |_|_|_|
- Chumacera de la tapa inferior L () | | | |
- L: Aplicar grasa hasta desplazar toda la grasa vieja |_|_|_|
- Motor eléctrico |_|_|_|
- Reductor L () | | | |

L: Revisar que el aceite se encuentre al nivel del tapón lateral | | | | o completar el nivel con la cantidad necesaria | | | |

Nota importante: ESTE PROCEDIMIENTO SE REALIZA CON EQUIPO PARADO |_|_|_|

- Tubo y anclajes del tubo |_|_|_|
 - Compuertas (Tapas del tubo) |_|_|_|
 - Manga de descargue del sinfin |_|_|_|
-
-

ANEXO E. (Continuación)

10. SILO DE CEMENTANTE N.2 () APLICA () NO APLICA __ _ _

- Válvula de mariposa |__|__|__|
 - Sensor de nivel |__|__|__|
 - Regulador de aire de la fluidización |__|__|__|
 - DINR DEL COLECTOR DE POLVO (Procedimiento al final) |__|__|__|
 - Fluidización |__|__|__|
 - Desfogue de cemento (Válvula de seguridad) |__|__|__|
 - Escaleras, escotillas y pasarelas |__|__|__|
-
-

11. SINFIN DE CEMENTANTE () APLICA () NO APLICA __ _ _

- Válvula de mariposa |__|__|__|
 - Aletas del sinfin |__|__|__|
 - Chumacera de la tapa superior L () | | | |
 - L: Aplicar grasa hasta desplazar toda la grasa vieja |__|__|__|
 - Chumacera de la tapa inferior L () | | | |
 - L: Aplicar grasa hasta desplazar toda la grasa vieja |__|__|__|
 - Motor eléctrico |__|__|__|
 - Reductor L () | | | |
 - L: Revisar que el aceite se encuentre al nivel del tapón lateral | | | | o completar el nivel con la cantidad necesaria | | | |
 - Nota importante: ESTE PROCEDIMIENTO SE REALIZA CON EQUIPO PARADO |__|__|__|
 - Tubo y anclajes del tubo |__|__|__|
 - Compuertas (Tapas del tubo) |__|__|__|
 - Manga de descargue del sinfín |__|__|__|
-
-

12. SISTEMA HIDROFLOW () APLICA () NO APLICA __ _ _

- Presión de las vejigas |__|__|__|
 - Sellos mecánicos |__|__|__|
 - Línea de agua |__|__|__|
-
-

ANEXO E. (Continuación)

13. COMPRESOR DE AIRE N.1 () APLICA () NO APLICA

L: Revisar que se cumpla el nivel de aceite o completar el nivel L () con la cantidad de aceite necesaria.

Nota importante: ESTE PROCEDIMIENTO SE REALIZA CON EQUIPO PARADO

— — —

Tanque de almacenamiento | | | |

- Cabezote | | | |

- Válvula de seguridad | | | |

- Manómetro | | | |

- Poleas y correa | | | |

- Válvula de cheque | | | |

- Presostato | | | |

- Regulador de presión | | | |

- Drenaje | | | |

- Tubería | | | |

14. COMPRESOR DE AIRE N.2 () APLICA () NO APLICA

L: Revisar que se cumpla el nivel de aceite o completar el nivel L () con la cantidad de aceite necesaria

Nota importante: ESTE PROCEDIMIENTO SE REALIZA CON EQUIPO PARADO

— — —

- Tanque de almacenamiento | | | |

- Cabezote | | | |

- Válvula de seguridad | | | |

- Manómetro | | | |

- Poleas y correa | | | |

- Válvula de cheque | | | |

- Presostato | | | |

- Regulador de presión | | | |

- Drenaje | | | |

- Tubería | | | |

ANEXO E. (Continuación)

15. COMPRESOR BÉTICO N.1 () APLICA () NO APLICA

L: Revisar que se cumpla el nivel de aceite o completar el nivel L () con la cantidad de aceite necesaria

Nota importante: ESTE PROCEDIMIENTO SE REALIZA CON EQUIPO PARADO

- Tanque de separación de agua (Si aplica)
 - Cabezote
 - Válvula de seguridad
 - Manómetro
 - Poleas y correa
 - Válvula de cheque
 - Tubería
-
-

16 .BANDA TRANSPORTADORA AGREGADOS () APLICA () NO APLICA

Nota importante: ESTE PROCEDIMIENTO SE REALIZA CON EQUIPO PARADO

- Estructura
 - Motor eléctrico
 - Reductor
 - Correa Motor a Reductor
 - Polea Motor Cabeza
 - Polea Reductor
 - Soporte Tensor (Chumacera - Rodamiento)
 - Rodillos
 - Rodamiento Tambor de Cola
 - Soporte Tambor de Cola
 - Manguito Tambor de Cola
 - Rodamiento Tambor Motriz
 - Rodillos de Retorno
 - Guardas de Protección
-
-

ANEXO E. (Continuación)

17. TOLVA CEMENTO () APLICA () NO APLICA __ _ _

- Válvula |_|_|_|
 - Actuador |_|_|_|
 - Estructura |_|_|_|
 - Medición Peso (Celdas) |_|_|_|
 - Regulador de aire de la fluidización |_|_|_|
 - DINR DEL COLECTOR DE POLVO (Procedimiento al final) |_|_|_|
 - Fluidización |_|_|_|
 - Desfogue de cemento (Válvula de seguridad) |_|_|_|
 - Escaleras, escotillas y pasarelas |_|_|_|
-
-

A CONTINUACIÓN SE INCLUYE LA LISTA DE ELEMENTOS PARA REVISAR DURANTE EL DINR DEL COLECTOR DE POLVO:

- Cartuchos
- Secuenciador
- Alimentación de aire
- Unidad de secado
- Drenaje de agua
- Filtro de agua
- Filtro regulador (Unidad de mantenimiento) L ()

L: Revisar que se cumpla el nivel de aceite o completar el nivel con la cantidad de aceite necesaria

- Limpieza

INFORMAR AL OPERADOR DEL ÁREA LA TERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD

ANEXO F

FORMATO FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS

		PLANTA BOSA			
ESPECIFICACIONES GENERALES					
FOTO	Codigo:		Capacidad:		
	Equipo:		Velocidad (m/s) (Rpm)		
	Marca:		Dimensiones:		
	Modelo:				
	Serial:		Peso:		
	Plano No.		Material a manejar:		
	Catalogo No.		Peso Especifico:		
TRANSMISION DE POTENCIA					
Motor		Reductor		Transmision	
Marca:		Marca:		Acople:	
Potenci (HP):		Potencia:		Pinon Motriz:	
Rpm:		n1:		Pinon Conducido:	
Tamano:		n2:		Cadena:	
Proteccion:		Modelo:		Polea Motriz	
Voltaje (V)		Relacion:		Polea Conducido:	
Corriente (A)				Bandas:	
LISTADO DE PARTES Y REPUESTOS					
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION			CODIGO
INFORMACION ADICIONAL					

Elaboro: _____

Reviso: _____

Aprobo: _____

ANEXO G

RESULTADO ANÁLISIS DE CRITICIDAD

FACTORES	VAL	335103AG0101	335103AG0102	335103AG0103	335103AG0104
FRECUENCIA DE FALLAS					
ALTA	3	3	3	3	3
MEDIA	2				
BAJA	1				
IMPACTO OPERACIONAL					
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA	10	10	10	10	10
PARADA INMEDIATA DE UN SECTOR DE PRODUCCION	6				
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION O CALIDAD	4				
REPERCUTE EN COSTOS OPER. ADICIONALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2				
NO AFECTA NI LA OPERACION NI PRODUCCION	1				
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
NO EXISTE FUNCION DE RESPALDO (BACKUP)	4	4	4		
EXISTE OPCION DE REMPLAZO COMPARTIDO	2				
EXISTE OPCION DE RESPALDO DISPONIBLE	1			1	1
COSTOS DE MANTENIMIENTO					
<= 2.000.000	1		1	1	1
> 2.000.000< 10.000.000	5	5			
> 10.000.000	10				
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE					
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	40				
AFECTA MEDIO AMBIENTE PRODUCIENDO DAÑOS SEVEROS	32				
AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS SEVEROS	24				
PROVOCA DAÑOS MENORES EN PERSONAL	16				
PROVOCA UN IMPACTO Q NO VIOLA LAS NORMAS AMBIENT.	8				
NO PROVOCA NINGUN TIPO DE DANO	0	0	0	0	0
Σ DE CONSECUENCIAS		45	41	11	11

ANEXO G. (Continuación)

FACTORES	VAL	335103AG0105	335103AG0106	335103AG0107	335103AG0108
FRECUENCIA DE FALLAS					
ALTA	3	3	3	3	3
MEDIA	2				
BAJA	1				
IMPACTO OPERACIONAL					
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA	10	10	10	10	10
PARADA INMEDIATA DE UN SECTOR DE PRODUCCION	6				
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION O CALIDAD	4				
REPERCUTE EN COSTOS OPER. ADICIONALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2				
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIONES Y PRODUCCION	1				
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
NO EXISTE FUNCION DE RESPALDO (BACKUP)	4	4	4	4	
EXISTE OPCION DE REMPLAZO COMPARTIDO	2				
EXISTE OPCION DE RESPALDO DISPONIBLE	1				1
COSTOS DE MANTENIMIENTO					
<= 2.000.000	1			1	1
> 2.000.000< 10.000.000	5	5	5		
> 10.000.000	10				
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE					
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	40				
AFECTA MEDIO AMBIENTE PRODUCIENDO DAÑOS SEVEROS	32				
AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS SEVEROS	24				
PROVOCA DAÑOS MENORES EN PERSONAL PROPIO	16				16
PROVOCA UN IMPACTO AMBIENTAL CUYO EFECTO NO VIOLA LAS NORMAS AMBIENTALES	8				
NO PROVOCA NINGUN DAÑO A LAS PERSONAS, INSTALACIONES O AMBIENTE	0	0	0	0	
Σ DE CONSECUENCIAS		45	45	41	27
FACTORES	VAL	335103AG0109	335103AG0110	335103AR0100	335103AR0101
FRECUENCIA DE FALLAS					
ALTA	3	3	3	3	
MEDIA	2				2
BAJA	1				
IMPACTO OPERACIONAL					
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA	10	10	10	10	10
PARADA INMEDIATA DE UN SECTOR DE PRODUCCION	6				
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION O CALIDAD	4				
REPERCUTE EN COSTOS OPER. ADICIONALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2				
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIONES Y PRODUCCION	1				
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
NO EXISTE FUNCION DE RESPALDO (BACKUP)	4		4	4	
EXISTE OPCION DE REMPLAZO COMPARTIDO	2				
EXISTE OPCION DE RESPALDO DISPONIBLE	1	1			1
COSTOS DE MANTENIMIENTO					
<= 2.000.000	1	1			
> 2.000.000< 10.000.000	5		5	5	5
> 10.000.000	10				
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE					
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	40			40	
AFECTA MEDIO AMBIENTE PRODUCIENDO DAÑOS SEVEROS	32				
AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS SEVEROS	24				
PROVOCA DAÑOS MENORES EN PERSONAL PROPIO	16				
PROVOCA UN IMPACTO AMBIENTAL CUYO EFECTO NO VIOLA LAS NORMAS AMBIENTALES	8				
NO PROVOCA NINGUN DAÑO A LAS PERSONAS, INSTALACIONES O AMBIENTE	0	0	0		0
Σ DE CONSECUENCIAS		11	45	85	15

ANEXO G. (Continuación)

FACTORES	VALOR	335103AR0102	335103AR0103	335103AG0201	335103AG0202
FRECUENCIA DE FALLAS					
ALTA	3	3	3	3	
MEDIA	2				2
BAJA	1				
IMPACTO OPERACIONAL					
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA	10		10	10	10
PARADA INMEDIATA DE UN SECTOR DE PRODUCCION	6				
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION O CALIDAD	4	4			
REPERCUTE EN COSTOS OPER. ADICIONALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2				
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIONES Y PRODUCCION	1				
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
NO EXISTE FUNCION DE RESPALDO (BACKUP)	4	4		4	
EXISTE OPCION DE REPLAZO COMPARTIDO	2				
EXISTE OPCION DE RESPALDO DISPONIBLE	1		1		1
COSTOS DE MANTENIMIENTO					
<= 2.000.000	1		1		
> 2.000.000< 10.000.000	5	5		5	5
> 10.000.000	10				
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE					
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	40			40	
AFECTA MEDIO AMBIENTE PRODUCIENDO DAÑOS SEVEROS	32				
PROVOCA DAÑOS MENORES EN PERSONAL PROPIO	16				
PROVOCA UN IMPACTO AMBIENTAL CUYO EFECTO NO VIOLA LAS NORMAS AMBIENTALES	8				
NO PROVOCA NINGUN DAÑO A LAS PERSONAS, INSTALACIONES O AMBIENTE	0	0	0		0
Σ DE CONSECUENCIAS		21	11	85	15

FACTORES	VAL	335103AG0203	335103AG0204	335103CE0100	335103CE0101
FRECUENCIA DE FALLAS					
ALTA	3	3	3		3
MEDIA	2				
BAJA	1			3	
IMPACTO OPERACIONAL					
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA	10		10	10	10
PARADA INMEDIATA DE UN SECTOR DE PRODUCCION	6				
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION O CALIDAD	4	4			
REPERCUTE EN COSTOS OPER. ADICIONALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2				
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIONES Y PRODUCCION	1				
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
NO EXISTE FUNCION DE RESPALDO (BACKUP)	4	4		4	
EXISTE OPCION DE REPLAZO COMPARTIDO	2				2
EXISTE OPCION DE RESPALDO DISPONIBLE	1		1		
COSTOS DE MANTENIMIENTO					
<= 2.000.000	1		1		
> 2.000.000< 10.000.000	5	5			5
> 10.000.000	10			10	
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE					
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	40			40	40
AFECTA MEDIO AMBIENTE PRODUCIENDO DAÑOS SEVEROS	32				
AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS	24				
PROVOCA DAÑOS MENORES EN PERSONAL PROPIO	16				
PROVOCA UN IMPACTO AMBIENTAL CUYO EFECTO NO VIOLA LAS NORMAS AMBIENTALES	8				
NO PROVOCA NINGUN DAÑO A LAS PERSONAS, INSTALACIONES O AMBIENTE	0	0	0		
Σ DE CONSECUENCIAS		21	11	90	65

ANEXO G. (Continuación)

FACTORES	VAL	335103CE0102	335103CC0101	335103CC0102	335103CC0103
FRECUENCIA DE FALLAS					
ALTA	3	3	3	3	3
MEDIA	2				
BAJA	1				
IMPACTO OPERACIONAL					
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA	10		10	10	
PARADA INMEDIATA DE UN SECTOR DE	6				
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION O	4	4			4
REPERCUTE EN COSTOS OPER. ADICIONALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2				
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIONES Y PRODUCCION	1				
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
NO EXISTE FUNCION DE RESPALDO (BACKUP)	4		4		
EXISTE OPCION DE REPLAZO COMPARTIDO	2			2	
EXISTE OPCION DE RESPANDO DISPONIBLE	1	1			1
COSTOS DE MANTENIMIENTO					
<= 2.000.000	1	1			1
> 2.000.000< 10.000.000	5		5	5	
> 10.000.000	10				
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE					
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	40			40	
AFECTA MEDIO AMBIENTE PRODUCIENDO DAÑOS SEVEROS	32				
AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS	24				
PROVOCA DAÑOS MENORES EN PERSONAL	16	16			
PROVOCA UN IMPACTO AMBIENTAL CUYO EFECTO NO VIOLA LAS NORMAS AMBIENTALES	8		8		
NO PROVOCA NINGUN DAÑO A LAS PERSONAS, INSTALACIONES O AMBIENTE	0				0
Σ DE CONSECUENCIAS		21	53	65	5

FACTORES	VAL	335103CC0104	335103CC0105	335103CE0103	335103CC0201
FRECUENCIA DE FALLAS					
ALTA	3	3	3		3
MEDIA	2			2	
BAJA	1				
IMPACTO OPERACIONAL					
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA	10		10		10
PARADA INMEDIATA DE UN SECTOR DE	6				
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION O	4	4			
REPERCUTE EN COSTOS OPER. ADICIONALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2				
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIONES Y PRODUCCION	1			1	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
NO EXISTE FUNCION DE RESPALDO (BACKUP)	4			4	4
EXISTE OPCION DE REPLAZO COMPARTIDO	2				
EXISTE OPCION DE RESPANDO DISPONIBLE	1	1	1		
COSTOS DE MANTENIMIENTO					
<= 2.000.000	1	1		1	1
> 2.000.000< 10.000.000	5		5		
> 10.000.000	10				
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE					
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	40				
AFECTA MEDIO AMBIENTE PRODUCIENDO DAÑOS SEVEROS	32				
AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO	24				
PROVOCA DAÑOS MENORES EN PERSONAL	16	16		16	
PROVOCA UN IMPACTO AMBIENTAL CUYO EFECTO NO VIOLA LAS NORMAS AMBIENTALES	8				
NO PROVOCA NINGUN DAÑO A LAS PERSONAS, INSTALACIONES O AMBIENTE	0		0		0
Σ DE CONSECUENCIAS		21	15	21	41

ANEXO G. (Continuación)

FACTORES	VAL	335103CC0202	335103CC0203	335103CC0204	335103CE0200
FRECUENCIA DE FALLAS					
ALTA	3	3	3	3	
MEDIA	2				
BAJA	1				1
IMPACTO OPERACIONAL					
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA	10	10	10	10	
PARADA INMEDIATA DE UN SECTOR DE PRODUCCION	6				
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION O CALIDAD	4				4
REPERCUTE EN COSTOS OPER. ADICIONALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2				
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIONES Y PRODUCCION	1				
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
NO EXISTE FUNCION DE RESPALDO (BACKUP)	4	4			4
EXISTE OPCION DE REPLAZO COMPARTIDO	2				
EXISTE OPCION DE RESPALDO DISPONIBLE	1		1	1	
COSTOS DE MANTENIMIENTO					
<= 2.000.000	1	1	1		
> 2.000.000< 10.000.000	5			5	
> 10.000.000	10				10
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE					
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	40				40
AFECTA MEDIO AMBIENTE PRODUCIENDO DAÑOS SEVEROS	32				
AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS	24				
PROVOCA DAÑOS MENORES EN PERSONAL PROPIO	16				
PROVOCA UN IMPACTO AMBIENTAL CUYO EFECTO NO VIOLA LAS NORMAS AMBIENTALES	8				
NO PROVOCA NINGUN DAÑO A LAS PERSONAS, INSTALACIONES O AMBIENTE	0	0	0	0	
Σ DE CONSECUENCIAS		41	11	15	66

FACTORES	VALOR	335103CE0203	335103CE0204	335103CE0201	335103CE0202
FRECUENCIA DE FALLAS					
ALTA	3		3		
MEDIA	2	2		2	2
BAJA	1				
IMPACTO OPERACIONAL					
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA	10				
PARADA INMEDIATA DE UN SECTOR DE PRODUCCION	6				
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION O CALIDAD	4		4	4	4
REPERCUTE EN COSTOS OPER. ADICIONALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2				
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIONES Y PRODUCCION	1	1			
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
NO EXISTE FUNCION DE RESPALDO (BACKUP)	4	4	4		4
EXISTE OPCION DE REPLAZO COMPARTIDO	2				
EXISTE OPCION DE RESPALDO DISPONIBLE	1			1	
COSTOS DE MANTENIMIENTO					
<= 2.000.000	1	1	1	1	1
> 2.000.000< 10.000.000	5				
> 10.000.000	10				
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE					
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	40				
AFECTA MEDIO AMBIENTE PRODUCIENDO DAÑOS SEVEROS	32				
AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS SEVEROS	24	16			
PROVOCA DAÑOS MENORES EN PERSONAL PROPIO	16				
PROVOCA UN IMPACTO AMBIENTAL CUYO EFECTO NO VIOLA LAS NORMAS AMBIENTALES	8				
NO PROVOCA NINGUN DAÑO A LAS PERSONAS, INSTALACIONES O AMBIENTE	0		0	0	0
Σ DE CONSECUENCIAS		21	17	5	17

ANEXO G. (Continuación)

FACTORES	VALOR	335103CC0300	335103CN0100	335103CN0101	335103CN0102
FRECUENCIA DE FALLAS					
ALTA	3				3
MEDIA	2	2		2	
BAJA	1		1		
IMPACTO OPERACIONAL					
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA	10				
PARADA INMEDIATA DE UN SECTOR DE PRODUCCION	6				
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION O CALIDAD	4	4			
REPERCUTE EN COSTOS OPER. ADICIONALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2		2		2
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIONES Y PRODUCCION	1			1	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
NO EXISTE FUNCION DE RESPALDO (BACKUP)	4	4	4	4	4
EXISTE OPCION DE REPLAZO COMPARTIDO	2				
EXISTE OPCION DE RESPALDO DISPONIBLE	1				
COSTOS DE MANTENIMIENTO					
<= 2.000.000	1				1
> 2.000.000 < 10.000.000	5			5	
> 10.000.000	10	10	10		
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE					
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	40		40		
AFECTA MEDIO AMBIENTE PRODUCIENDO DAÑOS SEVEROS	32				
AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS SEVEROS	24				
PROVOCA DAÑOS MENORES EN PERSONAL PROPIO	16			16	
PROVOCA UN IMPACTO AMBIENTAL CUYO EFECTO NO VIOLA LAS NORMAS AMBIENTALES	8				
NO PROVOCA NINGUN DAÑO A LAS PERSONAS, INSTALACIONES O AMBIENTE	0	0			0
Σ DE CONSECUENCIAS		26	58	25	9

FACTORES	VALOR	335103CN0103	335103CN0201	335103CN0202	335103CN0203
FRECUENCIA DE FALLAS					
ALTA	3		3	3	3
MEDIA	2	2			
BAJA	1				
IMPACTO OPERACIONAL					
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA	10				
PARADA INMEDIATA DE UN SECTOR DE PRODUCCION	6				
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION O CALIDAD	4				
REPERCUTE EN COSTOS OPER. ADICIONALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2		2	2	2
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIONES Y PRODUCCION	1	1			
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
NO EXISTE FUNCION DE RESPALDO (BACKUP)	4		4	4	
EXISTE OPCION DE REPLAZO COMPARTIDO	2				
EXISTE OPCION DE RESPALDO DISPONIBLE	1	1			1
COSTOS DE MANTENIMIENTO					
<= 2.000.000	1	1	1	1	1
> 2.000.000 < 10.000.000	5				
> 10.000.000	10				
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE					
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	40				
AFECTA MEDIO AMBIENTE PRODUCIENDO DAÑOS SEVEROS	32				
AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS	24				
PROVOCA DAÑOS MENORES EN PERSONAL PROPIO	16				
PROVOCA UN IMPACTO AMBIENTAL CUYO EFECTO NO VIOLA LAS NORMAS AMBIENTALES	8				
NO PROVOCA NINGUN DAÑO A LAS PERSONAS, INSTALACIONES O AMBIENTE	0	0	0	0	0
Σ DE CONSECUENCIAS		2	9	9	3

ANEXO G. (Continuación)

FACTORES	VAL	335103CN0204	335103CN0205	335103AU0101	335103AU0102
FRECUENCIA DE FALLAS					
ALTA	3	3	3	3	3
MEDIA	2				
BAJA	1				
IMPACTO OPERACIONAL					
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA	10			10	10
PARADA INMEDIATA DE UN SECTOR DE PRODUCCION	6				
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION O CALIDAD	4				
REPERCUTE EN COSTOS OPER. ADICIONALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2	2	2		
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIONES Y PRODUCCION	1				
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
NO EXISTE FUNCION DE RESPALDO (BACKUP)	4	4	4	4	4
EXISTE OPCION DE REMPLAZO COMPARTIDO	2				
EXISTE OPCION DE RESPALDO DISPONIBLE	1				
COSTOS DE MANTENIMIENTO					
<= 2.000.000	1		1	1	1
> 2.000.000 < 10.000.000	5	5			
> 10.000.000	10				
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE					
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	40				
AFECTA MEDIO AMBIENTE PRODUCIENDO DAÑOS SEVEROS	32				
AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS SEVEROS	24				
PROVOCA DAÑOS MENORES EN PERSONAL PROPIO	16		16		
PROVOCA UN IMPACTO AMBIENTAL CUYO EFECTO NO VIOLA LAS NORMAS AMBIENTALES	8				
NO PROVOCA NINGUN DAÑO A LAS PERSONAS, INSTALACIONES O AMBIENTE	0	0		0	0
Σ DE CONSECUENCIAS		13	25	41	41

FACTORES	VAL	335103AU0103	335103AD0100	335103AD0101	335103AD0202	335103AD0200
FRECUENCIA DE FALLAS						
ALTA	3	3		3	3	
MEDIA	2					
BAJA	1		1			1
IMPACTO OPERACIONAL						
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA	10					
PARADA INMEDIATA DE UN SECTOR DE CALIDAD	6					
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION O CALIDAD	4	4	4	4	4	4
REPERCUTE EN COSTOS OPER. ADICIONALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2					
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIONES Y PRODUCCION	1					
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL						
NO EXISTE FUNCION DE RESPALDO (BACKUP)	4	4	4	4	4	4
EXISTE OPCION DE REMPLAZO COMPARTIDO	2					
EXISTE OPCION DE RESPALDO DISPONIBLE	1					
COSTOS DE MANTENIMIENTO						
<= 2.000.000	1	1	1	1	1	1
> 2.000.000 < 10.000.000	5					
> 10.000.000	10					
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE						
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	40					
AFECTA MEDIO AMBIENTE PRODUCIENDO DAÑOS SEVEROS	32					
SEVEROS	24					
PROVOCA DAÑOS MENORES EN PERSONAL	16					
PROVOCA UN IMPACTO AMBIENTAL CUYO EFECTO NO VIOLA LAS NORMAS AMBIENTALES	8		8			8
NO PROVOCA NINGUN DAÑO A LAS PERSONAS, INSTALACIONES O AMBIENTE	0	0		0	0	
Σ DE CONSECUENCIAS		17	25	17	17	25

ANEXO G. (Continuación)

FACTORES	VAL	335103AD0300	335103AD0301	335103CN0100	335103CN0200
FRECUENCIA DE FALLAS					
ALTA	3		3	3	
MEDIA	2				2
BAJA	1	1			
IMPACTO OPERACIONAL					
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA	10			10	
PARADA INMEDIATA DE UN SECTOR DE PRODUCCION	6				
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION O CALIDAD	4	4	4		
REPERCUTE EN COSTOS OPER. ADICIONALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2				2
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIONES Y PRODUCCION	1				
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
NO EXISTE FUNCION DE RESPALDO (BACKUP)	4	4	4		
EXISTE OPCION DE REPLAZO COMPARTIDO	2			2	2
EXISTE OPCION DE RESPANDO DISPONIBLE	1				
COSTOS DE MANTENIMIENTO					
<= 2.000.000	1	1	1	1	1
> 2.000.000 < 10.000.000	5				
> 10.000.000	10				
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE					
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	40				
AFECTA MEDIO AMBIENTE PRODUCIENDO DAÑOS SEVEROS	32				
AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS SEVEROS	24				
PROVOCA DAÑOS MENORES EN PERSONAL PROPIO	16				
PROVOCA UN IMPACTO AMBIENTAL CUYO EFECTO NO VIOLA LAS NORMAS AMBIENTALES	8	8			
NO PROVOCA NINGUN DAÑO A LAS PERSONAS, INSTALACIONES O AMBIENTE	0		0	0	0
Σ DE CONSECUENCIAS		25	17	21	5

FACTORES	VAL	335103CN0300	335103CN0400	335103TE0100	335103TH0100
FRECUENCIA DE FALLAS					
ALTA	3		3		
MEDIA	2				
BAJA	1	1		1	1
IMPACTO OPERACIONAL					
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA	10		10	10	10
PARADA INMEDIATA DE UN SECTOR DE PRODUCCION	6				
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION O CALIDAD	4				
REPERCUTE EN COSTOS OPER. ADICIONALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2	2			
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIONES Y PRODUCCION	1				
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
NO EXISTE FUNCION DE RESPALDO (BACKUP)	4		4	4	4
EXISTE OPCION DE REPLAZO COMPARTIDO	2				
EXISTE OPCION DE RESPANDO DISPONIBLE	1	1			
COSTOS DE MANTENIMIENTO					
<= 2.000.000	1	1			
> 2.000.000 < 10.000.000	5		5	5	5
> 10.000.000	10				
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE					
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	40	40	40		
AFECTA MEDIO AMBIENTE PRODUCIENDO DAÑOS SEVEROS	32				
AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS SEVEROS	24				
PROVOCA DAÑOS MENORES EN PERSONAL PROPIO	16			16	16
PROVOCA UN IMPACTO AMBIENTAL CUYO EFECTO NO VIOLA LAS NORMAS AMBIENTALES	8				
NO PROVOCA NINGUN DAÑO A LAS PERSONAS, INSTALACIONES O AMBIENTE	0				
Σ DE CONSECUENCIAS		43	85	61	61

ANEXO H

FICHA DE MANTENIMIENTO DE MOTOR BANDA TRANSPORTADORA

Motores de baja tensión
Manual



Manual de instalación, funcionamiento, mantenimiento y seguridad

ANEXO H. (Continuación)

6. Mantenimiento

ADVERTENCIA

Con el motor parado, el interior de la caja de bornes puede estar bajo tensión eléctrica para alimentar las resistencias calefactoras o para el calentamiento directo del devanado.

ADVERTENCIA

El condensador de los motores monofásicos puede retener una carga que se presenta a través de los bornes del motor incluso cuando el motor está en reposo.

ADVERTENCIA

Los motores con alimentador con convertidor de frecuencia pueden recibir alimentación incluso con el motor en reposo.

6.1 Inspección general

1. Inspeccione el motor a intervalos regulares y al menos una vez al año. La frecuencia de las comprobaciones depende, por ejemplo, del nivel de humedad del aire y de las condiciones climatológicas locales. Puede determinarse inicialmente de forma experimental y debe ser respetada estrictamente a partir de ese momento.
2. Mantenga el motor limpio y asegúrese de que el aire puede fluir libremente. Si se utiliza el motor en un ambiente polvoriento, es necesario verificar y limpiar periódicamente el sistema de ventilación.
3. Compruebe el estado de los retenes de eje (por ejemplo, anillo en V o retén axial) y cámbielos si es necesario.
4. Compruebe el estado de las conexiones y de los tornillos de montaje y ensamblaje.
5. Compruebe el estado de los rodamientos. Para ello, escuche para detectar cualquier ruido inusual, mida las vibraciones, mida la temperatura del rodamiento, inspeccione la cantidad de grasa consumida o monitoree los rodamientos mediante un medidor SPM. Preste una atención especial a los rodamientos si están cerca del fin de su vida útil nominal calculada.

Cuando aparezcan señales de desgaste, desmonte el motor, compruebe las piezas y cambie las que sean necesarias. Al sustituir los rodamientos, los de repuesto deben ser del mismo tipo que los montados originalmente. Al sustituir los rodamientos, los retenes de eje deben ser sustituidos por retenes de la misma calidad y las mismas características que los originales.

En el caso del motor IP 55 y si el motor ha sido suministrado con un tapón cerrado, es recomendable abrir periódicamente los tapones de drenaje para asegurarse de que la salida de condensación no está bloqueada y permitir así que la condensación escape del motor. Esta operación debe hacerse cuando el motor esté parado y se encuentre en un estado que permita trabajar en él con seguridad.

6.1.1 Motores en reposo

Si el motor permanece en reposo durante periodos prolongados en un buque o en otro entorno con vibraciones, se deben tomar las siguientes medidas:

1. El eje debe ser girado regularmente cada 2 semanas (deberá documentarse) mediante una puesta en marcha del sistema. En el caso de que la puesta en marcha no sea posible por algún motivo, al menos es necesario girar el eje con la mano para conseguir una posición diferente una vez por semana. Las vibraciones causadas por los demás equipos del buque pueden provocar picado de los rodamientos, que debe minimizarse con un funcionamiento regular o el giro manual.
2. El rodamiento debe engrasarse una vez al año mientras se hace girar el eje (deberá documentarse). Si el motor ha sido suministrado con rodamiento de rodillos en el lado de acople, el bloqueo de transporte debe retirarse antes de girar el eje. El bloqueo de transporte debe volver a montarse en caso de transporte.
3. Se deben evitar todas las vibraciones para evitar la avería del rodamiento. Adicionalmente, deben seguirse todas las instrucciones del manual de instrucciones del motor en lo relativo a la puesta en servicio y el mantenimiento. La garantía no cubrirá los daños en devanados o rodamientos si no se siguen estas instrucciones.

6.2 Lubricación

ADVERTENCIA

¡Tenga cuidado con todas las partes giratorias!

ADVERTENCIA

La grasa puede causar irritación de la piel e inflamación de los ojos. Siga todas las precauciones de seguridad especificadas por el fabricante.

Los tipos de rodamientos se especifican en los catálogos de producto correspondiente y en la placa de características de todos los motores, excepto los mas pequeños.

Los intervalos de lubricación son vitales para la fiabilidad. ABB sigue fundamentalmente el principio L_{10} (es decir, que el 99% de los motores alcanzarán con certeza su vida útil) para la lubricación.

6.2.1 Máquinas con rodamientos lubricados de por vida

Los rodamientos están normalmente lubricados de por vida y son de los tipos 1Z, 2Z, 2RS o equivalentes.

En los motores hasta el tamaño 250, por regla general la lubricación es adecuada según el principio L_{10} para los valores de horas de funcionamiento indicados en la tabla de abajo.

ANEXO H. (Continuación)

Las horas de funcionamiento en los rodamientos lubricados de por vida con temperaturas ambiente de 25 y 40 °C son:

Intervalos de lubricación según el principio L_{10}

Tamaño de carcasa	Polos	Horas de funcionamiento a 25 °C	Horas de funcionamiento a 40 °C
56-63	2-8	40 000	40 000
71	2	40 000	40 000
71	4-8	40 000	40 000
80-90	2	40 000	40 000
80-90	4-8	40 000	40 000
100-112	2	40 000	32 000
100-112	4-8	40 000	40 000
132	2	40 000	27 000
132	4-8	40 000	40 000
160	2	40 000	36 000
160	4-8	40 000	40 000
180	2	38 000	38 000
180	4-8	40 000	40 000
200	2	27 000	27 000
200	4-8	40 000	40 000
225	2	23 000	18 000
225	4-8	40 000	40 000
250	2	16 000	13 000
250	4-8	40 000	39 000

Datos válidos a 50 Hz; a 60 Hz, reduzca los valores en un 20%.

Estos valores son válidos para los valores máximos de carga permitidos, indicados en el catálogo del producto. Dependiendo de la aplicación y las condiciones de carga, consulte el catálogo de producto correspondiente o póngase en contacto con ABB.

Las horas de funcionamiento de los motores verticales se reducen a la mitad de los valores indicados arriba.

6.2.2 Motores con rodamientos reengrasables

Placa de información de lubricación e indicaciones generales de lubricación

Si el motor cuenta con una placa de información de lubricación, siga los valores indicados.

La placa de información de lubricación puede indicar valores para los intervalos de reengrase en relación con el tipo de montaje, la temperatura ambiente y la velocidad de giro.

Durante la primera puesta en marcha o después de la lubricación de los rodamientos, puede producirse un aumento temporal de la temperatura durante un periodo de 10 a 20 horas aproximadamente.

Algunos motores pueden contar con un colector para la grasa utilizada. Siga las instrucciones especiales del equipo.

A. Lubricación manual

Reengrase mientras el motor está en funcionamiento

- Retire el tapón de salida de grasa o abra la válvula de cierre si dispone de una.
- Asegúrese de que el canal de lubricación esté abierto.
- Inyecte la cantidad especificada de grasa hacia el interior del rodamiento.
- Haga funcionar el motor de 1 a 2 horas para garantizar que el exceso de grasa sea expulsado del rodamiento. Cierre el tapón de salida de aceite o la válvula de cierre si dispone de una.

Reengrase mientras el motor está en reposo

Si no es posible engrasar los rodamientos con los motores en funcionamiento, la lubricación puede ser realizada mientras el motor está parado.

- En este caso, utilice sólo la mitad de la cantidad de grasa y haga funcionar el motor durante unos minutos a máxima velocidad.
- Cuando el motor se haya detenido, aplique el resto de la cantidad específica de grasa al rodamiento.
- Tras 1 ó 2 horas de funcionamiento, cierre el tapón de salida de aceite o la válvula de cierre si dispone de una.

B. Lubricación automática

En este caso el tapón de salida de grasa debe permanecer quitado o dejarse abierta permanentemente la válvula de cierre, si cuenta con una.

ABB recomienda únicamente el uso de sistemas electromecánicos.

La cantidad de grasa por intervalo de lubricación indicada en la tabla debe multiplicarse por cuatro si se utiliza un sistema de reengrase automático.

Si un motor de 2 polos se reengrasa automáticamente, aplíquese la nota acerca de las recomendaciones de lubricantes c para los motores de 2 polos en el capítulo Lubricantes.

6.2.3 Intervalos de lubricación y cantidades de grasa

Por regla general se consigue una lubricación adecuada en los motores con rodamientos reengrasables para la las horas de funcionamiento que se indican a continuación, de acuerdo con el principio L_1 . Para entornos con temperaturas ambiente mayores, póngase en contacto con ABB. La fórmula para calcular los valores de L_1 aproximados a partir de los valores L_{10} es la siguiente: $L_1 = L_{10}/2,7$.

En los motores verticales, los intervalos de lubricación deben reducirse a la mitad de los indicados en la tabla siguiente.

ANEXO H. (Continuación)

Los intervalos de lubricación se basan en una temperatura ambiente de +25 °C. Un aumento de la temperatura ambiente eleva correspondientemente la temperatura de los rodamientos. Los intervalos deben reducirse a la mitad en caso de un aumento de 15 °C y pueden doblarse en caso de una reducción de 15 °C.

En el caso de funcionamiento con velocidad variable (es decir, alimentación con convertidor de frecuencia) es necesario medir la temperatura de los rodamientos durante todo el rango de funcionamiento y, si rebasa los 80 °C, reducir a la mitad los intervalos de lubricación por cada incremento de 15 °C en la temperatura de los rodamientos. Si el motor funciona a altas velocidades, también es posible utilizar las llamadas grasas de alta velocidad. Consulte el capítulo 6.2.4.

ADVERTENCIA

No debe sobrepasarse la temperatura máxima de funcionamiento de la grasa y de los rodamientos, que es de +110 °C.

No se debe superar la velocidad máxima de diseño del motor.

ANEXO I

FICHA DE MANTENIMIENTO REDUCTOR BANDA TRANSPORTADORA

Manual de instrucciones
Reductores de velocidad DODGE® TORQUE-ARM™ II
Relaciones 5, 9, 15, 25 y 40:1

TA0107L	TA6307H
TA1107H	TA7315H
TA2115H	TA8407H
TA3203H	TA9415H
TA4207H	TA10507H
TA5215H	TA12608H

Desmontaje de bujes cónicos estándar o bujes para ejes cortos:

1. Retire los tornillos del buje.
2. Coloque los tornillos en los orificios roscados situados en las bridas del buje. Apriete los tornillos de forma alterna y uniforme hasta que los bujes queden libres en el eje. Para que los tornillos se aprieten con facilidad, compruebe que las roscas de los tornillos y los orificios roscados de las bridas de los bujes estén limpios. Si el reductor se colocó a una distancia inferior a la distancia mínima recomendada "A" que se indica en la Tabla 1, afloje los tornillos del buje interior hasta que queden separados 3,2 mm de la brida del buje. Localice dos (2) cuñas a 180 grados entre la brida del buje y la placa trasera del buje. Empuje las cuñas de forma alterna y uniforme hasta que el buje quede libre en el eje.
3. Retire progresivamente el buje exterior, el reductor y el buje interior.

LUBRICACIÓN

IMPORTANTE: Dado que el reductor se envía sin aceite, es necesario añadir la cantidad adecuada de aceite antes de hacer funcionar el reductor. Utilice un aceite de alta calidad para engranajes, con base de petróleo e inhibidor de la corrosión y la oxidación (R&O) (Tablas 2 y 3). Siga las instrucciones del etiquetado de advertencia del reductor y del manual de instalación.

En condiciones de funcionamiento habitual en fábrica, debería cambiar el lubricante cada 2500 horas de operación o cada 6 meses, lo que ocurra primero. Drene el reductor y lávelo con queroseno; limpie el tapón magnético de drenaje y rellene de lubricante hasta alcanzar el nivel adecuado.

PRECAUCIÓN: Si emplea demasiado aceite puede provocar un sobrecalentamiento; si añade una cantidad insuficiente puede provocar una avería de los engranajes. Compruebe el nivel de aceite con regularidad. El incumplimiento de esta medida de precaución podría dar lugar a daños personales.

En condiciones de funcionamiento extremas (cambios repentinos de temperatura, polvo, suciedad, partículas de productos químicos, vapores químicos o temperaturas en el cárter de aceite por encima de 90 °C) el aceite debería cambiarse con una frecuencia de entre 1 y 3 meses, dependiendo de la severidad de las condiciones.

ANEXO I. (Continuación)

Tabla 2 – Volúmenes de aceite

Tamaño aproximado del reductor		Volumen de aceite para llenar el reductor hasta alcanzar el tapón de nivel de aceite ❶❷											
		❸Posición A		❸Posición B		❸Posición C		❸Posición D		❸Posición E		❸Posición F	
		❹Qt	litros	❹Qt	litros	❹Qt	litros	❹Qt	litros	❹Qt	litros	❹Qt	litros
TA0107L	Sencillo	0,7	0,6	0,5	0,5	0,7	0,6	1,4	1,3	1,3	1,2	1,5	1,4
	Doble	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	1,3	1,3	1,2	1,2	1,4	1,3
TA1107H	Sencillo	1,3	1,3	0,7	0,7	0,7	0,6	1,7	1,6	1,5	1,4	1,9	1,8
	Doble	1,3	1,3	0,7	0,7	0,6	0,6	1,7	1,6	1,5	1,4	1,9	1,8
TA2115H	Sencillo	2,1	2,0	1,2	1,2	1,1	1,0	2,7	2,5	2,3	2,2	3,1	2,8
	Doble	2,1	2,0	1,1	1,1	1,0	1,0	2,6	2,5	2,4	2,3	3,0	2,9
TA3203H	Sencillo	2,8	2,7	1,6	1,6	1,8	1,7	4,1	3,9	3,3	3,1	4,4	4,2
	Doble	2,8	2,7	1,5	1,4	1,7	1,6	4,0	3,8	3,4	3,3	4,2	4,0
TA4207H	Sencillo	4,4	4,2	2,6	2,5	2,9	2,8	7,4	7,0	6,3	6,0	7,8	7,3
	Doble	4,4	4,2	2,5	2,4	2,8	2,6	7,3	6,9	6,4	6,0	7,5	7,1
TA5215H	Sencillo	7,4	7,0	4,9	4,7	5,8	5,5	13,2	12,5	11,6	11,0	13,1	12,4
	Doble	7,4	7,0	4,7	4,4	5,5	5,2	12,9	12,2	11,4	10,8	12,6	11,9
TA6307H	Sencillo	8,8	8,4	5,8	5,5	6,6	6,2	16,1	15,3	13,2	12,5	16,1	15,3
	Doble	8,8	8,4	5,5	5,2	6,2	5,9	15,8	15,0	13,9	13,1	15,3	14,5
TA7315H	Sencillo	8,4	8,0	11,8	11,1	13,9	13,2	22,5	21,3	22,1	20,9	25,1	23,7
	Doble	8,4	8,0	10,8	10,3	13,2	12,5	22,0	20,9	22,4	21,2	23,1	21,8
TA8407H	Sencillo	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
	Doble	7,7	7,3	11,7	11,1	13,7	12,9	25,1	23,8	24,0	22,7	25,8	24,4
TA9415H	Sencillo	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
	Doble	17,0	16,1	16,8	15,9	18,1	17,1	33,2	31,4	33,2	31,4	38,6	36,5
TA10507H	Sencillo	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
	Doble	38,0	36,0	27,6	26,1	25,8	24,4	53,5	50,6	53,8	50,9	56,1	53,0
TA12608H	Sencillo	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
	Doble	53,0	50,2	41,5	39,3	37,1	35,1	70,7	66,9	72,2	68,3	80,4	76,1

❶ La cantidad de aceite es aproximada. Añada lubricante hasta que salga aceite del orificio de nivel de aceite.

❷ Consulte las posiciones de montaje en la Figura 1.

❸ Medida estadounidense: 1 cuarto (Qt) = 32 onzas líquidas = 0,94646 litros.

❹ Con velocidades de salida por debajo de 15 RPM, el nivel de aceite debe regularse de modo que llegue al tapón superior de nivel de aceite. Si la posición del reductor varía con respecto a las mostradas en la Figura 1, puede que se necesite una cantidad mayor o menor de aceite. Consulte con Baldor Electric, Dodge Engineering, Greenville, SC (EE. UU.).

ANEXO I. (Continuación)

Tabla 3 – Recomendaciones para el aceite

rpm de salida	Grados ISO para temperaturas ambiente de 10 °C a 51 °C *											
	Tamaño del reductor Torque-Arm II											
	TA0107L	TA1107H	TA2115H	TA3203H	TA4207H	TA5215H	TA6307H	TA7315H	TA8407H	TA9415H	TA10507H	TA12608H
301 – 400	320	320	320	220	220	220	220	220	220	220	220	220
201 – 300	320	320	320	220	220	220	220	220	220	220	220	220
151 – 200	320	320	320	220	220	220	220	220	220	220	220	220
126 – 150	320	320	320	220	220	220	220	220	220	220	220	220
101 – 125	320	320	320	320	220	220	220	220	220	220	220	220
81 – 100	320	320	320	320	320	220	220	220	220	220	220	220
41 – 80	320	320	320	320	320	220	220	220	220	220	220	220
11 – 40	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	220	220
1 – 10	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320

rpm de salida	Grados ISO para temperaturas ambiente de -9 °C a 15 °C *											
	Tamaño del reductor Torque-Arm II											
	TA0107L	TA1107H	TA2115H	TA3203H	TA4207H	TA5215H	TA6307H	TA7315H	TA8407H	TA9415H	TA10507H	TA12608H
301 – 400	220	220	220	150	150	150	150	150	150	150	150	150
201 – 300	220	220	220	150	150	150	150	150	150	150	150	150
151 – 200	220	220	220	150	150	150	150	150	150	150	150	150
126 – 150	220	220	220	150	150	150	150	150	150	150	150	150
101 – 125	220	220	220	220	150	150	150	150	150	150	150	150
81 – 100	220	220	220	220	220	150	150	150	150	150	150	150
41 – 80	220	220	220	220	220	150	150	150	150	150	150	150
11 – 40	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	150	150
1 – 10	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220

NOTAS:

1. Se da por supuesto que existe un sistema de refrigeración auxiliar cuando así lo recomienda el catálogo.
2. El punto de fluidez del lubricante seleccionado debería ser al menos 5 °C inferior a la temperatura ambiente mínima prevista en el arranque.
3. En condiciones de funcionamiento normales no será necesario el uso de lubricantes de presión extrema (EP). Si se seleccionan correctamente para aplicaciones concretas, podrán utilizarse topes traseros TORQUE ARM II con lubricantes EP.
4. En la industria alimentaria y farmacéutica puede ser necesario el uso de lubricantes especiales cuando haya posibilidad de contacto con el producto fabricado. Póngase en contacto con un representante del fabricante del lubricante para seguir sus recomendaciones.
5. En el caso de reductores que funcionen con temperaturas ambiente entre -30 °C y -6,6 °C, utilice un lubricante con base de hidrocarburos sintéticos, con grado ISO 100 o AGMA 3 (por ejemplo, Mobil SHC627). Con temperaturas superiores a 51 °C, consulte con el departamento de Ingeniería de aplicaciones de engranajes de Dodge en Greenville, SC (EE. UU.) para obtener recomendaciones sobre lubricantes.
6. Se recomienda la gama de aceites Mobil SHC630 para temperaturas ambiente altas.

ANEXO J

FICHA DE MANTENIMIENTO DE POLEAS

BALDOR • MASKA

"So often, customers just replace belts and don't think about looking for worn sheaves as the problem".

– Pete Kalgreen, Akron Bearing Company

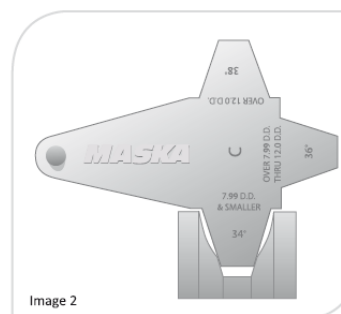
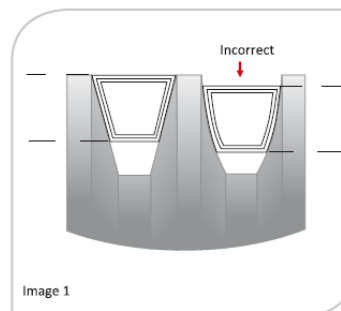
Importance of checking Sheave Grooves in a V-belt drive

When V-belt drive applications are well-designed and installed properly with adequate tensioning, in many cases they are the near-perfect power transmission system – quiet, smooth and minimum maintenance for years. Occasional inspection however, will ensure optimal drive efficiency, and one sign of wear to look for, that is often overlooked, is the rounding or deepening of V-belt pulley (hereafter referred to as sheaves) grooves.

Signs to look for:

One sign of worn grooves is that it cause one or more belts to ride lower than the others, known as “differential driving”, resulting in premature wearing of belts and reduced performance levels (Image 1). Are one or more of the belts slack, while others are tight in a proper tensioned drive? This is a sign some may be riding higher than others due to rounded grooves.

Or, is the bottom of the groove shiny? Then this indicates that the sheave, the belt or both are very worn and the belt is "bottoming". Belts, depending on the type, can ride at or above the highest point of the sheave, but they should never be allowed to touch the bottom of the groove. If they do, the sheave should be replaced immediately.



How to be sure?

A handy, inexpensive tool to have on hand is a Sheave Gage (Part #006346). For use with all classical, narrow and A/B combination sheaves, choose the proper key based on the belt section and the size of the sheave. Insert it into the groove (Image 2) until the rim touches the flange, and if there is more than 1/32" of wear, the time has come to replace the part. If the wearing is premature, it could be caused by misalignment between the sheaves, thus forcing the belts in and out at an angle to the groove.

The cost of replacing the sheave is soon offset by the number of belts that will be quickly ruined if the sheave sidewalls are rounded, if they “touch bottom” and slip or burn, or through decreased performance levels as a result of reduced wedging action and less gripping power.

ANEXO K

FICHA DE CINTA TRANSPORTADORA

icobandas s.a. 

La **icobandas ANL** es la banda ideal para transportes pesados. Tiene un diseño altamente técnico, con capacidad para transportar cuerpos ásperos y duros como carbón, sinter, cemento, piedra, granito, arcilla, agregados para la construcción, piedra, cemento, entre otros.

Por la calidad de sus compuestos de caucho, la **icobandas ANL** ofrece resistencia a la abrasión, al desgaste, a la intemperie, al ozono y a la humedad.



Los cojines de caucho de sus capas centrales le brindan una firme adherencia interna y una gran capacidad de amortiguación a los impactos. Su resistencia a la tensión es magnífica gracias a la alta tenacidad de las lonas de nylon o poliéster.

Para proteger la carcasa de la banda, la **icobandas ANL** se puede fabricar forrando los bordes con caucho, sin costo adicional.

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	icobandas ANL												
Tipo		168	252		336	220	330	440	280	420	560	370	555	740
Número de lonas		2	3		4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Espesor cubierta superior	Pulgadas	1/8	1/8	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16
Espesor cubierta inferior	Pulgadas	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	5/64	5/64	5/64	5/64	5/64
Espesor cojines	Pulgadas	5/64	1/16	1/16	1/16	5/64	1/16	1/16	5/64	5/64	5/64	5/64	5/64	5/64
Espesor total	mm	7,0	8,2	9,8	11,4	8,7	10,2	11,8	9,4	11,1	13,0	9,4	11,5	13,8
Peso	g/pulg/m	210	256	302	354	261	313	368	281	334	392	294	365	436
Carga de trabajo	lb/pulg	168	252	252	336	220	330	440	280	420	560	370	555	740
Carga última garantizada	lb/pulg	1680	2520	2520	3360	2200	3300	4400	2800	4200	5600	3700	5550	7400

Bordes laterales: cortados o forrados
 Unión: mecánica o vulcanizada
 Tolerancias dimensionales de acuerdo con la norma ISO 14890:2003
 Espesores, tipo y número de lonas o tensiones de trabajo diferentes a las especificadas, se manufacturan sobre pedido.

ANEXO L

FICHA DE MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS

7. – MANTENIMIENTO Y REPUESTOS.

-El mantenimiento y sus intervalos deben ser definidos por el usuario de planta de acuerdo a las condiciones particulares del servicio. El trabajo debe ser desarrollado por personal cualificado.

-Si la válvula no se opera habitualmente, es recomendable accionarla regularmente para evitar depósitos de suciedad y su bloqueo.

-En general se debe comprobar que la válvula sigue conservando sus características para su propósito y adecuación al servicio. Chequear que su operación es suave, así como la ausencia de fugas atmosféricas y al cierre.

-Para cualquier trabajo de desmontaje de la válvula o de su parte superior, esperar a que el fluido se enfríe y que el sistema se haya despresurizado, drenar la línea y purgar las tuberías en caso de medios tóxicos, agresivos, inflamables o cáusticos. Retirar la válvula con el disco en posición ligeramente abierta, sin sobresalir del cuerpo de la válvula.

Atención! La válvula de mariposa no es auto-bloqueante, por lo que no se debe retirar el accionamiento hasta que se haya despresurizado el circuito.

Atención! En atmósferas explosivas, existe un riesgo de cargas electrostáticas creadas por el flujo. El usuario es responsable de evitar riesgos. Ver capítulo "Instalación".

-Comprobar las superficies interiores y exteriores de la válvula. Si se observa corrosión o erosión avanzadas, revisar las condiciones de operación y la compatibilidad de la válvula con el servicio, y remplazar la válvula consecuentemente.

Repuestos recomendados:

-El asiento de las válvulas es reemplazable en la gran mayoría de modelos. Sin embargo, dado el coste relativamente bajo de estos equipos por su estandarización y fabricación en serie, en muchas ocasiones es aconsejable el cambio completo de la válvula. Si en algún caso se requiere llevar a cabo dicho cambio, ponerse en contacto con nuestro servicio de atención posventa en el teléfono +34 96 147 90 11 para su asesoramiento o asistencia en planta.

-Otros repuestos disponibles en función del modelo y tamaño de la válvula son la junta tórica del eje, los casquillos guía, eje y el disco.

ANEXO M

FICHA DE MANTENIMIENTO MOTOR SINFIN –CORONA



**Motores CA de Inducción
de Potencia [HP] Integral**

Caja tipo ODP [Abierto a Prueba de Goteo],

WPI, WPII (a Prueba de Intemperie, tipos 1 y 2)

Caja tipo TEFC [Totalmente Cerrado, Enfriado por

Ventilador]

A Prueba de Explosión

Manual de Instalación y Operación

ANEXO M. (Continuación)

Sección 3 Mantenimiento y Diagnóstico de Fallas

¡ADVERTENCIA! El servicio de los motores con clasificación UL deberá ser efectuado únicamente por Centros de Servicio Baldor autorizados si estos motores van a utilizarse en atmósferas inflamables y/o explosivas.

Inspección General

Revise el motor a intervalos regulares, aproximadamente cada 500 horas de operación o cada 3 meses, lo que ocurra primero. Mantenga el motor limpio y las aberturas para ventilación despejadas. En cada inspección deberán efectuarse los siguientes pasos:

¡ADVERTENCIA! No toque ninguna conexión eléctrica sin antes asegurarse que se ha desconectado la alimentación de potencia. El choque eléctrico puede ocasionar lesiones serias o mortales. Únicamente el personal calificado deberá realizar la instalación, operación y mantenimiento de este equipo.

1. Chequee si el motor está limpio. Verifique si el interior y el exterior del motor se encuentran libres de suciedad, aceite, grasa, agua, etc. Puede haber acumulación de pulpa de papel, pelusas textiles, vapores aceitosos, etc., lo que bloquea la ventilación del motor. Si el motor no está debidamente ventilado, puede haber recalentamiento, que puede provocar la falla prematura del motor.
2. Use periódicamente un "Megger" (megóhmetro) para asegurar que se haya mantenido la integridad del aislamiento en los devanados. Registre las lecturas del Megger. Investigue inmediatamente toda caída significativa en la resistencia del aislamiento.
3. Chequee todos los conectores eléctricos para asegurar que estén bien apretados.

Lubricación y Cojinetes

La grasa de los cojinetes pierde su capacidad de lubricación a través del tiempo, no en forma repentina. La capacidad de lubricación de la grasa (a través del tiempo) depende fundamentalmente del tipo de grasa, el tamaño del cojinete, la velocidad a la que funciona el cojinete y el rigor de las condiciones de operación. Siguiendo las recomendaciones que se proporcionan a continuación, podrá obtener buenos resultados en su programa de mantenimiento.

Tipo de Grasa

Deberá usarse grasa de alta calidad para cojinetes de bolas o de rodillos. La grasa recomendada para las condiciones normales de servicio es Polyrex EM (Exxon Mobil). Las grasas equivalentes y compatibles incluyen:
Texaco Polystar, Rykon Premium #2, Pennzoil Pen 2 Lube y Chevron SRI.
– Temperatura máxima de operación para los motores estándar = 110° C.
– Temperatura de parada en caso de mal funcionamiento = 115° C.

Intervalos de Lubricación Los intervalos de lubricación recomendados se muestran en la Tabla 3-1. Es importante tener en cuenta que los intervalos recomendados en la Tabla 3-1 se basan en un uso promedio.

Consultar la información adicional contenida en las Tablas 3-2 y 3-3.

Tabla 3-1 Intervalos de Lubricación*

Tamaño de Bastidor NEMA / (IEC)	Velocidad Nominal – RPM					
	10000	6000	3600	1800	1200	900
Hasta 210 incl. (132)	**	2700 Hrs.	5500 Hrs.	12000 Hrs.	18000 Hrs.	22000 Hrs.
Más de 210 to 280 incl. (180)			3600 Hrs.	9500 Hrs.	15000 Hrs.	18000 Hrs.
Más de 280 to 360 incl. (225)			* 2200 Hrs.	7400 Hrs.	12000 Hrs.	15000 Hrs.
Más de 360 to 5800 incl. (300)			*2200 Hrs.	3500 Hrs.	7400 Hrs.	10500 Hrs.

* Estos intervalos de lubricación son para cojinetes de bolas. Para cojinetes de rodillos, divida por 2 los intervalos de lubricación listados.

** Para los cojinetes 6205 y 6806.

El intervalo de relubricación para los cojinetes 6205 es de 1550 horas (usando lubricación con grasa).
El intervalo de relubricación para los cojinetes 6806 es de 720 horas (usando lubricación con grasa).

ANEXO M. (Continuación)

Tabla 3-2 Condiciones de Servicio

Rigor del Servicio	Máxima Temperatura Ambiente	Contaminación Atmosférica	Tipo de Cojinete
Estándar	40° C	Limpia, Poca Corrosión	Cojinete de Bolas con Ranuras Profundas
Severo	50° C	Corrosión, Suciedad Moderada	De Bolas, tipo Empuje; de Rodillos
Extremo	>50° C* o Aislamiento Clase H	Mucha Suciedad, Polvo Abrasivo, Corrosión	Todos los Cojinetes
Baja Temperatura	<-30° C **		

* Se recomienda usar grasa especial para alta temperatura (Dow Corning DC44). Debe notarse que la grasa Dow Corning DC44 no se mezcla con otros tipos de grasa. Limpie cuidadosamente el cojinete y la cavidad antes de añadir grasa.

** Se recomienda usar grasa especial para baja temperatura (Aeroshell 7).

Tabla 3-3 Multiplicador del Intervalo de Lubricación

Rigor del Servicio	Multiplicador
Estándar	1.0
Severo	0.5
Extremo	0.1
Baja Temperatura	1.0

Tabla 3-4 Tipos y Tamaños de Cojinetes

Frame Size NEMA (IEC)	Descripción del Cojinete (Estos son los cojinetes "Grandes" [Extremo del Eje] para cada tamaño de bastidor)					
	Cojinete	D.E. D mm	Ancho B mm	Peso de la grasa a añadir* oz (Gramos)	Volumen de la grasa a añadir	
					pulgada ³	cucharadita
Hasta 210 incl. (132)	6307	80	21	0.30 (8.4)	0.6	2.0
Más de 210 hasta 280 incl. (180)	6311	120	29	0.61 (17)	1.2	3.9
Más de 280 hasta 360 incl. (225)	6313	140	33	0.81 (23)	1.5	5.2
Más de 360 hasta 449 incl. (280)	6319	200	45	2.12 (60)	4.1	13.4
Más de 5000 hasta 5800 incl. (355)	6328	300	62	4.70 (130)	9.2	30.0
Más de 360 hasta 449 incl. (280)	NU319	200	45	2.12 (60)	4.1	13.4
Más de 5000 hasta 5800 incl. (355)	NU328	300	62	4.70 (130)	9.2	30.0
Motores tipo Husillo						
Carcasa 76	6207	72	17	0.22 (6.1)	0.44	1.4
Carcasa 77	6210	90	20	0.32 (9.0)	0.64	2.1
Carcasa 80	6213	120	23	0.49 (14.0)	0.99	3.3

* Peso en gramos = .005 DB

Nota: No todos los tamaños de cojinete están listados. Para los tamaños intermedios de cojinete, use el volumen de grasa correspondiente al cojinete del siguiente tamaño mayor.

ANEXO N

FICHA DE MANTENIMIENTO REDUCTOR TORNILLO SIN FIN

REDUCTOR HELICOIDAL EN LÍNEA DODGE® QUANTIS®

**Motorreductores
Reductores de cara "C"
Sistemas independientes
Tamaños de 38 a 168**

Estas instrucciones deberían leerse detenidamente antes de proceder a la instalación o utilización del producto.

PELIGRO: La alta tensión y las piezas giratorias pueden causar lesiones graves o mortales y daños materiales. El uso de maquinaria eléctrica, como ocurre con cualquier otra utilización de energía concentrada y equipos giratorios, puede resultar peligroso. La instalación, el funcionamiento y el mantenimiento debería ser realizado únicamente por personal cualificado de mantenimiento eléctrico y mecánico que esté familiarizado con las normas de seguridad NEMA, la normativa eléctrica nacional y las buenas prácticas locales. El personal responsable de la instalación y mantenimiento de este equipo debe estudiar detenidamente el manual antes de comenzar la instalación. Además, debe conocer los riesgos potenciales asociados. Si no se respeta esta advertencia, pueden producirse daños personales y materiales. Conserve este documento para consultas futuras.

GENERALIDADES:

Lea atentamente estas instrucciones. Contienen información vital sobre la instalación, funcionamiento, mantenimiento y servicio del reductor de engranajes DODGE QUANTIS ILH.

Cada reductor de engranajes DODGE se inspecciona y comprueba a fondo en la fábrica antes de su envío. Aunque el embalaje de los reductores se efectúa con sumo cuidado, deberían inspeccionarse detenidamente antes de aceptar su entrega por parte de la empresa transportista. Si alguna de las mercancías citadas en el conocimiento de embarque falta o está dañada, no acepte el envío hasta que el agente de carga haga la anotación adecuada en su factura de flete. Si posteriormente descubre que alguna mercancía se ha extraviado o dañado, notifíquese al agente de inmediato y solicite una inspección. Aunque DODGE estará encantada de ayudarle con las reclamaciones por extravíos o daños durante el transporte, la empresa transportista es responsable del reembolso por dichas reclamaciones. Las reclamaciones por extravíos o daños durante el transporte no pueden descontarse de la factura de DODGE, y su pago no podrá aplazarse en espera de la resolución de dichas reclamaciones. El transportista, no DODGE, es el garante de la entrega segura. Si el daño o extravío de mercancías es considerable y la situación es urgente, comuníquese con la Oficina de Ventas BALDOR-DODGE más cercana.

GARANTÍA:

NOTA: EL SERVICIO Y REPARACIÓN EN GARANTÍA DEBERÍA EFECTUARSE ÚNICAMENTE EN UN TALLER DE SERVICIO AUTORIZADO POR DODGE. PARA SOLICITAR ASISTENCIA, LLAME AL CENTRO DE SOLUCIONES PARA LOS CLIENTES (+1 864-284-5777).

ADVERTENCIA: Debido a los posibles daños personales o materiales derivados de accidentes provocados por un uso indebido de los productos, es importante seguir los procedimientos correctos. Los productos deben utilizarse de acuerdo con la información técnica especificada en el catálogo. Deben respetarse los procedimientos adecuados de instalación, mantenimiento y funcionamiento. Deben seguirse las indicaciones de los manuales de instrucciones. Se realizarán las inspecciones necesarias para garantizar un funcionamiento seguro con las condiciones predominantes. Deberán utilizarse las protecciones y dispositivos o procedimientos de seguridad adecuados que se consideren convenientes o que se especifiquen en las normativas de seguridad. Baldor Electric no proporciona dichos dispositivos ni se hace responsable de los mismos. La instalación, ajuste y mantenimiento de esta unidad y su equipo asociado debe efectuarse por parte de personal cualificado que esté familiarizado con la fabricación y el funcionamiento de todos los equipos del sistema y con los posibles riesgos asociados. Cuando pueda haber riesgo de daños personales o materiales, debe disponerse de un dispositivo de retención que forme parte integral del equipo accionado más allá del eje secundario del reductor de velocidad.

La garantía del equipo DODGE QUANTIS ILH se otorga conforme a los "Términos y condiciones de venta estándar" de DODGE. Las reclamaciones de garantía deben presentarse a DODGE en el plazo de un año a partir de la fecha de instalación o tres años a partir de la fecha de fabricación, lo que ocurra primero. La garantía no cubre las averías provocadas por la utilización indebida, el almacenamiento o manejo inadecuado, el maltrato o la mala aplicación del producto.

LUBRICACIÓN:

El reductor de engranajes DODGE QUANTIS ILH se llena en fábrica con aceite mineral ISO 220 EP hasta el nivel de aceite correcto para la posición de montaje especificada. Los cambios en la posición de montaje requerirán la reubicación de los tapones de nivel de aceite y de ventilación. Puede que haya que añadir o extraer aceite para alcanzar el nivel correcto para la nueva posición de montaje. Consulte los diagramas de posición de montaje en las páginas 2 y 3 para ver las posiciones correctas de los tapones en distintas posiciones de montaje de la unidad QUANTIS ILH. El nivel de aceite se debería comprobar antes del arranque y con cierta frecuencia posteriormente, preferiblemente con la unidad a temperatura de funcionamiento.

La caja de engranajes del DODGE QUANTIS ILH se llena de lubricante en fábrica. El lubricante de fábrica es adecuado para su uso a todas las velocidades de salida y con temperaturas ambiente de -12 °C a +41 °C. No es necesario cambiar el aceite después del funcionamiento inicial. El aceite cargado en fábrica es suficiente para un máximo de 10.000 horas o 3 años de servicio, lo que ocurra primero, en entornos industriales normales.

Por "condiciones de funcionamiento normales" se entiende un funcionamiento con cargas fijas que no superen los valores nominales normales y en las condiciones que se definen en el catálogo del equipo DODGE QUANTIS ILH. La cantidad y los niveles de aceite deberían revisarse a intervalos frecuentes, dependiendo del uso. El aceite debe cambiarse después de 10.000 horas de funcionamiento o 3 años, lo que ocurra primero. Este período puede ampliarse a 20.000 horas de funcionamiento o 6 años si se emplea un lubricante sintético. El lubricante debería cambiarse con más frecuencia si la unidad funciona en un entorno hostil. En caso de condiciones de calor, humedad o suciedad extrema, consulte con el departamento de Ingeniería de aplicaciones en el +1 864-284-5700. En los montajes que requieran lubricación con grasa para cojinetes específicos, lubríquelos anualmente o cada 2000 horas de funcionamiento, lo que ocurra primero. Utilice una grasa con un espesante complejo de litio y lubricante a base de aceite mineral de viscosidad ISO 220. Utilice 15 bombeos de grasa para el primer engrase y 5 para los posteriores engrases.

Los reductores DODGE QUANTIS ILH se envían con los tapones de llenado, nivel de aceite y drenaje en su lugar. Con la unidad se incluye un respiradero independiente. Antes de poner en servicio la unidad el tapón de llenado debe sustituirse por el respiradero. Los modelos HB38 y HF38 (unidades de engranajes de 1, 2 y 3 etapas) tienen un tapón de aceite; no necesitan ventilación.

Los volúmenes de aceite aproximados para cada unidad Quantis ILH se indican en la página 3, tanto en pintas como en litros. Los volúmenes de aceite son aproximados y no deberían utilizarse para determinar el nivel de aceite correcto. El nivel correcto de aceite se define como la parte inferior del orificio de nivel de aceite apropiado.



ANEXO N. (Continuación)

Tabla 1 - Cantidad aproximada de lubricante

Tipo	Etapa del reductor	Posición de montaje											
		A1		A2		A3		A4		A5		A6	
		Pintas	Litros	Pintas	Litros	Pintas	Litros	Pintas	Litros	Pintas	Litros	Pintas	Litros
H_38	1	0,3	0,2	1,2	0,6	0,8	0,4	1,0	0,5	0,5	0,3	0,5	0,3
	2	1,1	0,5	2,5	1,2	1,3	0,6	1,5	0,7	1,3	0,6	1,3	0,6
	3	1,1	0,5	2,3	1,1	1,3	0,6	1,9	0,9	1,3	0,6	1,9	0,9
H_48	1	0,5	0,3	2,2	1,1	1,5	0,7	1,5	0,7	1,2	0,6	1,0	0,5
	2	2,3	1,1	5,1	2,4	3,2	1,5	3,8	1,8	3,4	1,6	2,7	1,3
	3	2,3	1,1	5,1	2,4	3,2	1,5	4,9	2,3	3,2	1,5	3,0	1,4
H_68	1	1,1	0,5	3,9	1,9	3,1	1,5	3,7	1,8	2,1	1,0	2,2	1,1
	2	3,8	1,8	8,7	4,1	5,3	2,5	6,8	3,2	5,7	2,7	4,9	2,3
	3	3,6	1,7	8,5	4,0	5,5	2,6	8,5	4,0	5,5	2,6	5,1	2,4
H_88	1	1,6	0,8	8,0	3,8	5,3	2,5	4,9	2,3	3,3	1,6	3,4	1,6
	2	8,7	4,1	18,6	8,8	12,0	5,7	15,9	7,5	12,9	6,1	11,2	5,3
	3	8,5	4,0	18,8	8,9	12,5	5,9	19,7	9,3	12,5	5,9	11,4	5,4
H_108	2	14,2	6,7	29,6	14,0	18,2	8,6	27,9	13,2	22,2	10,5	19,7	9,3
	3	13,7	6,5	30,0	14,2	19,0	9,0	33,0	15,6	21,8	10,3	20,1	9,5
H_128	2	19,0	9,0	44,2	20,9	27,9	13,2	42,1	19,9	33,8	16,0	29,8	14,1
	3	18,4	8,7	45,8	21,5	29,8	14,1	51,6	24,4	33,4	15,8	31,3	14,8
H_148	2	25,8	12,2	58,5	27,7	50,5	23,9	54,3	25,7	44,0	20,8	38,7	18,3
	3	24,7	11,7	59,6	28,2	49,5	23,4	68,1	32,2	43,1	20,4	40,4	19,1
H_168	2	39,7	18,8	88,1	41,7	67,8	32,1	96,6	45,7	73,5	34,8	63,6	30,1
	3	38,3	18,1	92,4	43,7	71,4	33,8	115,0	54,4	72,1	34,1	65,9	31,2

ADVERTENCIA: Con la unidad DODGE QUANTIS ILH y sus equipos y accesorios conectados deben emplearse dispositivos de protección. Las piezas giratorias como acoplamientos, poleas, ventiladores y prolongaciones de eje no utilizadas deben protegerse permanentemente para impedir un contacto accidental con el personal y su ropa. La superficie de la unidad DODGE QUANTIS ILH puede alcanzar temperaturas que pueden causar molestias o daños al personal que accidentalmente entre en contacto con la misma. El usuario debería proporcionar dispositivos de protección para evitar el contacto accidental con superficies calientes. Los dispositivos de protección deben ser suficientemente rígidos para mantener una protección adecuada durante el servicio normal.

ADVERTENCIA: La tornillería roscada utilizada para montar la unidad DODGE QUANTIS ILH debe ser al menos de grado 5 SAE o de clase métrica 8,8. NO UTILICE TORNILLERÍA DE CALIDAD INFERIOR.

MANTENIMIENTO

Compruebe regularmente los niveles de aceite y la calidad del aceite. Cambie el aceite con la frecuencia indicada en la sección "Lubricantes" de este documento. Compruebe regularmente la alineación de los componentes de transmisión. Compruebe periódicamente la tensión de las cadenas y correas y el apriete de la tornillería.

ANEXO N. (Continuación)

NOTA: No mezcle aceites de distintos fabricantes. Si se cambia de tipo o marca de aceite, el lubricante existente debería drenarse, lavándose la caja de engranajes con una pequeña cantidad del lubricante nuevo antes de llenarla. Esto es necesario para evitar posibles problemas de incompatibilidad entre los dos lubricantes. En la siguiente lista se indican los lubricantes alternativos aprobados. La lista no es exhaustiva: pueden utilizarse lubricantes equivalentes de otros fabricantes.

Todos los reductores se llenan en fábrica de acuerdo con la posición de montaje indicada en el pedido. **Si se modifica la posición de montaje indicada en el pedido, el nivel de aceite también debe cambiarse.** Los volúmenes de aceite que se muestran en los gráficos de posición de montaje son aproximados. El nivel de aceite correcto se determina mediante el orificio de nivel de aceite que hay en la carcasa, salvo en los reductores de tamaño 38. Si el reductor se adquiere con el aceite mineral estándar y posteriormente se utiliza aceite sintético, se recomienda cambiar las juntas del eje para que sean de material Viton (FKM).

El ILH se suministra con tapones de nivel de aceite, drenaje y llenado, salvo el tamaño 38, que sólo tiene un tapón de llenado. Antes de ponerse en funcionamiento la unidad, el respiradero debe estar situado en la ubicación correcta.

El funcionamiento continuo en condiciones ambientales de baja temperatura requiere de modificaciones especiales. Póngase en contacto con el departamento de Ingeniería de aplicaciones de engranajes de DODGE, en Greenville (Carolina del Sur, EE. UU.) para solicitar asistencia (tlf. +1 864-284-5700).

La densidad del aceite estándar relleno en fábrica es de 0,42 kg/pinta (0,898 kg/l).

La siguiente lista muestra los lubricantes disponibles para el llenado en fábrica de los reductores QUANTIS. El lubricante estándar para llenado en fábrica es Mobilgear 600 XP 220, que es un lubricante de aceite mineral de alto rendimiento con aditivos especiales para productos de engranajes industriales.

Tabla 2 - Tabla de selección del lubricante

Temperatura ambiente*	Tipo de aceite	Grado de viscosidad ISO	Aceites disponibles	Aceites de calidad alimentaria disponibles (NSF H1)
-12 °C a 41 °C	Aceite mineral	220	Mobilgear 600 XP 220 (aceite estándar relleno en fábrica **)	-
-29 °C a 13 °C	Aceite sintético	68	Mobil SHC 626	-
-23 °C a 46 °C	Aceite sintético	220	Mobil SHC 630	-
-0 °C a 60 °C	Aceite sintético	460	Mobil SHC 634	-
-4 °C a 29 °C	Aceite mineral	220	-	Chevron FM 220
7 °C a 41 °C	Aceite mineral	460	-	Chevron FM 460

* Las temperaturas ambiente indicadas se aplican únicamente al lubricante, y no indican la idoneidad de una unidad de engranajes determinada para funcionar en dichas condiciones ambientales.

** El aceite que se cargaba anteriormente en fábrica era Mobilgear 630, que es compatible con el Mobilgear 600 XP 220, por lo que no es necesario efectuar una purga.

Se harán recomendaciones en función de los detalles de cada aplicación.

ANEXO O

FICHA DE MANTENIMIENTO DE MOTOBOMBA

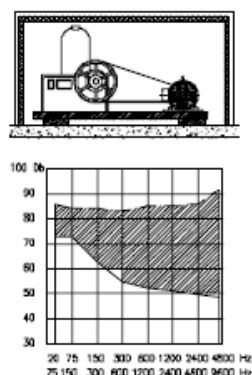


Figura 3.17 - Máquina en un cuarto de paredes sólidas y revestidas de material absorbente de sonido, montada sobre amortiguadores.

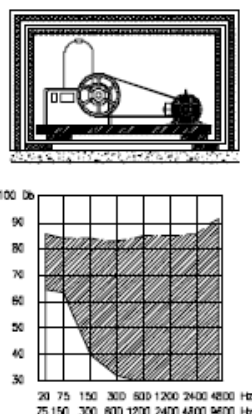


Figura 3.18 - Máquina en un cuarto de paredes dobles sólidas, con la superficie interna revestida de material absorbente, montada sobre un conjunto de amortiguadores.

3.5. MOTORES APLICADOS EN AREA DE RIESGO / ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

Los motores especificados para operar en áreas de riesgo poseen características adicionales de seguridad que están definidas en normas específicas para cada tipo de área de riesgo, conforme su clasificación.

Los requerimientos generales para equipamientos que operan en áreas de riesgo, están descritos en las siguientes normas brasileñas e internacionales respectivamente:

NBR 9518 = Equipamientos Eléctricos para atmósferas explosivas.
Requerimientos generales (especificaciones).
IEC 79-0 = Electrical Apparatus for explosive gas atmospheres.
General Requirements.
EN 50014 = Electrical apparatus for potentially explosive atmospheres.
General Requirements.

3.5.1. CUIDADOS GENERALES CON MOTORES ELECTRICOS APLICADOS EN AREA DE RIESGO

Antes de instalar, operar o proceder con mantenimiento en motores eléctricos de área de riesgo, deben ser tomados los siguientes cuidados:

- Las normas mencionadas abajo, aplicables para el caso en cuestión, deben ser estudiadas y entendidas;
 - Todos los requerimientos exigidos en las normas aplicables deben ser atendidos:
- Exe - Seguridad Aumentada: IEC 79-7/NBR 9883/EN 50019.
Exp - Presurizado: IEC 79-2/NBR 5420.
Exn - No encendible: IEC 7915.

3.5.2. CUIDADOS ADICIONALES RECOMENDABLES PARA MOTORES APLICADOS EN AREA DE RIESGO

- Desempezar el motor y aguardar que el mismo esté completamente parado antes de ejecutar cualquier proceso de mantenimiento, inspección o arreglo en los motores;
- Todas las protecciones existentes deben estar instaladas y debidamente ajustadas antes de la entrada en operación;
- Certificarse que los motores estén debidamente aterrados;
- Los terminales de conexión deben estar debidamente conectados de modo a evitar cualquier tipo de mal contacto que pueda generar calentamiento o chispas.

NOTA: Todas las otras instrucciones cuanto a almacenaje, manejo, instalación y mantenimiento existentes en ese manual y aplicable al tipo de motor en cuestión, también deben ser observadas.

4. MANTENIMIENTO

En un mantenimiento de motores eléctricos, adecuadamente aplicada, se debe inspeccionar periódicamente niveles de aislamiento, la elevación de temperatura (bobinas y soportes), desgastes, lubricación de los rodamientos, vida útil de los soportes, examinar eventualmente el

ANEXO O. (Continuación)

ventilador, cuanto al correcto flujo de aire, niveles de vibraciones, desgastes de escobas y anillas colectoras.

El descaso de uno de los ítems anteriores puede significar paradas no deseadas del equipo. La frecuencia con que deben ser hechas las inspecciones, depende del tipo del motor y de las condiciones locales de aplicación.

La carcasa debe ser mantenida limpia, sin acúmulo de aceite o polvo en su parte externa para facilitar el intercambio de calor con el medio.

Advertencia cuánto al transporte:

Los motores previstos con rodamientos de esferas o rodillos, siempre que necesiten ser transportados, observar que el eje debe ser devidamente trabado, a fin de evitar daños a los mancales. Utilizar el dispositivo de traba ofrecido juntamente con el motor (vea ítem 2.2).

4.1. LIMPIEZA

Los motores deben ser mantenidos limpios, exentos de polvareda, detritos y aceites. Para limpiarlos, se debe utilizar escobas o trapos limpios de algodón. Si el polvo no es abrasivo, se debe emplear un soplete de aire comprimido, soplando la suciedad de la tapa deflectora y eliminando todo el acúmulo de polvo contenido en las aletas del ventilador y en las aletas de refrigeración.

Los tubos de los intercambiadores de calor (si existen) deben ser mantenidos limpios y desobstruidos para garantizar un perfecto intercambio de calor. Para la limpieza de los tubos, puede ser utilizada una baqueta con una escoba redonda en la extremidad, que al ser introducida en los tubos, retira la suciedad acumulada.

OBS.: Para la limpieza de los tubos, retirar la tapa trasera del intercambiador de calor e introducir la escoba en los tubos.

En el caso de intercambio de calor aire-agua, es necesario una limpieza periódica en las tubulaciones del radiador para retirar cualquier incrustación que pueda existir.

En los motores de anillos, el compartimiento de las escobas/anillas colectoras, nunca deberá ser limpiado con aire comprimido y si con un aspirador de polvo o con trapos humedecidos con solventes adecuados (ver ítem 4.4 e 4.5).

Los restos impregnados de aceite o humedad pueden ser limpiados con trapos embebidos en solventes adecuados.

En motores con protección IP 54, se recomienda una limpieza en la caja de conexión.

Esta debe presentar los bornes limpios, sin oxidación, en perfectas condiciones mecánicas y sin depósitos de polvo en los espacios vacíos.

En ambiente agresivo, se recomienda utilizar motores con protección IP(W)55.

4.1.1. REVISION PARCIAL

- Drene el agua condensada.
- Limpie el interior de la caja de conexión.
- Inspección visual del aislamiento de las bobinas.
- Limpie las anillas colectoras (ver ítem 4.4 y 4.5).
- Verificar las condiciones de la escoba.
- Limpieza del intercambiador de calor.

4.1.2. REVISION COMPLETA

- Limpie las bobinas sucias con un pincel o escobilla. Use un trapo humedecido con alcohol o con solventes adecuados para remover grasa, aceite y otras suciedades que estén adheridos sobre las bobinas. Seque con aire seco.
- Pase aire comprimido por entre los canales de ventilación en el paquete de chapas del estator, rotor y soportes.
- Drene el agua condensada, limpie el interior de las cajas de conexión y de las anillas colectoras.
- Mida la resistencia del aislamiento (ver tabla 2.1).
- Limpie el conjunto escobas/porta-escobas conforme ítem 4.4 e 4.5.
- Limpie completamente el intercambiador de calor.

OBS: En caso del motor poseer filtros en la entrada y la salida de aire, los mismos deberán ser limpiados a través de pasaje del aire comprimido.

Caso la polvareda sea de difícil limpieza, lavarlo en agua fría con un detergente neutro y seque en la posición horizontal.

4.2. LUBRICACION

4.2.1. SOPORTES LUBRICADOS CON GRASA

La finalidad del mantenimiento, en este caso, es prolongar lo máximo, la vida útil del sistema de soportes.

El mantenimiento abrange:

a) Observación del estado general en que se encuentran los soportes.

b) Lubricación y limpieza.

c) Examen más minucioso de los rodamientos.

El ruido en los motores deberá ser observado en intervalos regulares de 1 a 4 meses. Un oído bien entrenado es perfectamente capaz de distinguir el apareamiento de ruidos anómalos, aunque empleando medios bien simples (como un desamador, etc.).

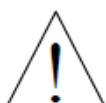
Para un análisis más confiable de los soportes, aconsejamos la utilización de equipos que permitan hacer análisis predictivos.

ANEXO O. (Continuación)



El control de la temperatura en los soportes también hace parte de la rutina del mantenimiento. Donde los soportes deben ser lubricados utilizando grasas recomendados según el ítem 4.2.1.2 y la temperatura nunca deberá ultrapasar los 60°C ($T = 60^{\circ}\text{C}$ / Ambiente máximo = 40°C, temperatura absoluta = $T + \text{ambiente}$) medido en la anilla externa del rodamiento.

La temperatura puede ser controlada permanentemente con termómetros, colocados de lado de fuera del soporte, o con termoelementos embutidos.



Las temperaturas de alarma y parada para los descansos de rodamiento pueden ser ajustadas para 90°C y 100°C.

Los motores Weg son normalmente equipados con rodamientos de esfera o de rodillos, lubricados con grasa. Los rodamientos deben ser lubricados para evitar el contacto metálico entre los cuerpos girantes y también para proteger los mismos contra oxidación y desgaste.

Las propiedades de los lubricantes se deterioran en virtud del desgaste y trabajo mecánico, y más, todos los lubricantes sufren contaminación en el trabajo, por ésta razón se deben substituir de tiempo en tiempo.

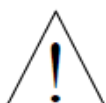
4.2.1.1. INTERVALOS DE LUBRICACION

Los motores WEG son provistos con grasa POLIREX EM (fabricante: ESSO) basada en polyurea, suficiente para el periodo de funcionamiento indicado en la hoja de datos y en la placa de identificación de los rodamientos.

Los intervalos de lubricación, cantidad de grasa y los rodamientos usados en los motores, están en las tabelas anexadas, como valores orientativos.

El periodo de relubricación depende del tamaño del motor, de la velocidad de rotación, de las condiciones de trabajo, del tipo de grasa utilizado y de la temperatura de trabajo.

El periodo de lubricación y el tipo de rodamientos para cada motor están gravados en la plaqueta de identificación colocada en el motor.



El motor que permanezca en stock debe ser relubricado a cada 6 meses. Todos los meses se debe girar el eje algunas vueltas para homogeneizar la grasa por los descansos.

ANEXO O. (Continuación)

Tabla 1

MAXIMO INTERVALO DE LUBRICACION PARA MOTORES MONTADOS EN LA HORIZONTAL											
RODAMIENTO FIJOS DE BOLAS											
Rodamiento	Polos	Intervalo de lubricación (horas)		Cantidad de grasa (gramos)	Límite de velocidad de los rodamientos (rpm)		Rodamiento	Polos	Intervalo de lubricación (Horas)		Límite de Velocidad de los rodamientos (rpm)
		60 Hz	50 Hz		100%	75%			60 Hz	50 Hz	
6204	8 ou +	12000	13200	5	15000	11250	6216	8 ou +	8000	9000	20
	6	10200	11300					6	6800	7500	
6205	8 ou +	11100	12300	5	13000	9750	6316	4	4800	5600	35
	6	9500	10500					2	750	1800	
6206	8 ou +	10500	11600	5	11000	8250	6218	8 ou +	7700	8700	25
	6	9000	9900					6	6300	7200	
6306	4	7100	7800	10	9500	7125	6318	4	4500	5300	45
	2	4500	5100					2	-	650	
6307	4	6800	7500	10	8500	6375	6220	8 ou +	7500	8400	35
	2	4100	4800					6	6000	6900	
6208	8 ou +	9800	10700	10	8500	6375	6320	4	4200	5000	50
	6	8100	9200					6	6000	6900	
6308	4	6300	7200	10	7500	5625	6222	8 ou +	7200	8300	40
	2	3800	4500					6	5900	6800	
6209	8 ou +	9300	10400	10	7500	5625	6322	4	3900	4800	60
	6	8000	8900					6	6000	6900	
6309	4	6200	6900	15	6700	5025	6224	8 ou +	7100	8000	45
	2	3500	4200					6	5800	6700	
6210	8 ou +	9000	10100	10	7100	5325	6324	4	3500	4500	75
	6	7700	8600					6	6000	6900	
6310	4	5900	6800	15	6000	4500	6226	8 ou +	6800	7700	50
	2	2900	3800					6	5300	6200	
6211	8 ou +	8900	9800	15	6300	4725	6328	4	2700	4100	85
	6	7400	8300					6	6200	7100	
6311	4	5700	6500	20	5800	4200	6228	8 ou +	6200	7100	55
	2	2400	3800					6	4800	5700	
6212	8 ou +	8600	9600	15	5600	4200	6328	4	2000	3600	95
	6	7200	8100					6	6000	6900	
6312	4	5400	6200	20	5300	3975	6230	8 ou +	5700	6800	65
	2	2100	3300					6	4400	5300	
6214	8 ou +	8300	9300	15	5000	3750	6232	4	1500	3000	105
	6	6900	7800					6	5400	6300	
6314	4	5100	5900	30	4500	3375	6332	8 ou +	5400	6300	70
	2	1400	2600					6	4100	5000	
6315	8 ou +	1050	2100	30	4300	3225	6234	8 ou +	5100	6000	85
	6	8900	9800					6	3800	4700	
6316	4	4800	5600	35	3800	2850	6238	8 ou +	4500	5300	95
	2	750	1800					6	2600	3900	
6218	8 ou +	7700	8700	25	4000	3000	6338	8 ou +	4500	5300	95
	6	6300	7200					6	2600	3900	
6318	4	4500	5300	45	3600	2700	6244	8 ou +	3600	4500	130
	2	650	1800					6	1400	2700	
6220	8 ou +	7500	8400	35	3600	2700	6344	8 ou +	3600	4500	130
	6	6000	6900					6	1400	2700	
6320	4	4200	5000	50	2800	2100	6252	8 ou +	2000	3300	195
	2	600	1800					6	1400	2700	
6222	8 ou +	7200	8300	40	2800	2100	6344	8 ou +	3600	4500	130
	6	5900	6800					6	1400	2700	
6322	4	3900	4800	60	2400	1800	6252	8 ou +	2000	3300	195
	2	600	1800					6	1400	2700	
6224	8 ou +	7100	8000	45	2600	1950	6344	8 ou +	3600	4500	130
	6	5800	6700					6	1400	2700	
6324	4	3500	4500	75	2200	1650	6252	8 ou +	2000	3300	195
	2	600	1800					6	1400	2700	
6226	8 ou +	6800	7700	50	2400	1800	6344	8 ou +	3600	4500	130
	6	5300	6200					6	1400	2700	
6326	4	2700	4100	85	2200	1650	6252	8 ou +	2000	3300	195
	2	600	1800					6	1400	2700	
6228	8 ou +	6200	7100	55	2200	1650	6344	8 ou +	3600	4500	130
	6	4800	5700					6	1400	2700	
6328	4	2000	3600	95	2000	1500	6252	8 ou +	2000	3300	195
	2	600	1800					6	1400	2700	
6230	8 ou +	5700	6800	65	2000	1500	6344	8 ou +	3600	4500	130
	6	4400	5300					6	1400	2700	
6330	4	1500	3000	105	1800	1350	6252	8 ou +	2000	3300	195
	2	2400	3800					6	1400	2700	
6232	8 ou +	5400	6300	70	1900	1425	6344	8 ou +	3600	4500	130
	6	4100	5000					6	1400	2700	
6332	8 ou +	5100	6000	85	1800	1350	6252	8 ou +	2000	3300	195
	6	3800	4700					6	1400	2700	
6238	8 ou +	4500	5300	95	1600	1200	6344	8 ou +	3600	4500	130
	6	2600	3900					6	1400	2700	
6338	8 ou +	3600	4500	130	1300	975	6252	8 ou +	2000	3300	195
	6	1400	2700					6	1400	2700	
6244	8 ou +	3600	4500	130	1300	975	6344	8 ou +	3600	4500	130
	6	1400	2700					6	1400	2700	
6344	8 ou +	3600	4500	130	1300	975	6252	8 ou +	2000	3300	195
	6	1400	2700					6	1400	2700	
6252	8 ou +	2000	3300	195	1100	825	6344	8 ou +	3600	4500	130
	6	1400	2700					6	1400	2700	

NOTA:

- Intervalo de lubricación estándar para temperatura ambiente de 40°C y tipos de grasa conforme tabla 4.1.;
- Para motores montados en la vertical, el intervalo de lubricación debe ser reducido a la mitad;
- Temperatura media de los rodamientos considerada 90°C;
- Para temperaturas mayores que 40°C, utilizar la siguiente corrección:
 $T_{amb} = 45^{\circ}\text{C}$ (intervalo de lubricación a 40°C) x 0.6.
 $T_{amb} = 50^{\circ}\text{C}$ (intervalo de lubricación a 40°C) x 0.36.

ANEXO O. (Continuación)

Tabla 2

Tabla 2

MAXIMO INTERVALO DE LUBRICACION PARA MOTORES MONTADOS EN LA HORIZONTAL													
RODAMIENTOS DE RODILLOS CILINDRICOS													
Rodamiento	Polos	Intervalo de Lubricación (Horas)		Cantidad de Grasa (gramos)	Límite de Velocidad de los Rodamientos (rpm)		Rodamiento	Polos	Intervalo de Lubricación (horas)		Cantidad de Grasa (gramos)	Límite de Velocidad de los rodamientos (rpm)	
		60 Hz	50 Hz		100%	75%			60 Hz	50 Hz		100%	75%
NU310	4	4700	5300	15	5600	4200	NU224	8 ou +	5600	6500	45	2400	1800
NU212	8 ou +	6900	7700	15	5000	3750		6	4200	5100			
	6	5700	6500					4	1700	2700		75	1900
NU312	4	4100	5000	20	4000	3000	NU226	8 ou +	5300	6000	50	2200	1650
NU214	8 ou +	6600	7400	15	4500	3375		6	3600	4800			
	6	5400	6200					4	1400	2300		85	1800
NU314	4	3500	4700	30	3600	2700	NU228	8 ou +	5000	5700	55	2000	1500
NU216	8 ou +	6300	7200	20	4000	3000		6	3000	4400			
	6	5300	6000					4	1050	1800		95	1800
NU316	4	3000	4200	35	3200	2400	NU230	8 ou +	4500	5400	65	1900	1425
NU218	8 ou +	6200	6900	25	3600	2700	NU330	6	2600	3800	105	1700	1275
	6	5000	5700				NU232	8 ou +	3900	5000	70	1800	1325
NU318	4	2700	3800	45	2800	2100	NU332	6	2300	3300	120	1500	1125
NU220	8 ou +	6000	6800	35	3200	2400	NU234	8 ou +	3500	4800	85	1800	1325
	6	4800	5600				NU334	6	1800	2900	130	1600	1200
NU320	4	2400	3300	50	2400	1800							
NU222	8 ou +	5700	6600	40	2800	2100							
	6	4500	5400										
NU322	4	2000	3000	60	2000	1500							

NOTA:

- Intervalo de lubricación estándar para temperatura ambiente de 40°C y tipos de grasa conforme tabla 4.1.;
- Para motores montados en la vertical, el intervalo de lubricación debe ser reducido a la mitad;
- Temperatura media de los rodamientos considerada 90°C;
- Para temperaturas mayores que 40°C, utilizar la siguiente corrección:
 $T_{amb} = 45^{\circ}\text{C}$ (intervalo de lubricación a 40°C) $\times 0.6$.
 $T_{amb} = 50^{\circ}\text{C}$ (intervalo de lubricación a 40°C) $\times 0.36$.

ANEXO O. (Continuación)

4.11. PLAN DE MANTENIMIENTO

COMPONENTE	DIARIAMENTE	SEMANALMENTE	CADA 3 MESES	ANUALMENTE (revisión parcial)	CADA 3 AÑOS (revisión completa)
- Motor completo	- Inspección de ruido y vibración		- Drenar agua condensada (si hay)	- Reapretar los tornillos	- Desmontar el motor. Verificar partes y piezas
- Bobinas del estator y rotor				- Inspección visual; medir resistencia del aislamiento	- Limpieza; verificar la fijación de las bobinas; medir resistencia del aislamiento
- Soportes	- Control de ruido	- Reengrasar: respetar intervalos conforme placa de lubricación			- Limpieza de los soportes; sustituir, si necesario; inspeccionar casquillo y sustituir, si necesario (soporte de manguito); inspeccionar pista de desliz (eje) y recuperar cuando necesario
- Cajas de conexión, conexión a tierra				- Limpiar interior, reapretar tornillos	- Limpiar interior y reapretar tornillos
- Acoplamiento (observe las instrucciones de mantenimiento del fabricante del acoplamiento)		- Después de la primera semana: verifique alineamiento y fijación		- Verifique alineamiento y fijación	- Verifique alineamiento y fijación
- Dispositivos de monitorización		- Registre los valores de la medición			- Si es posible, desmontar y hacer test del modo de funcionamiento
- Filtro			- Limpie (cuando necesario)	- Limpie (cuando necesario)	- Limpie (vea ítem 4.1.2)
- Áreas de las anillas		- Control y limpieza, si necesario		- Control y limpieza	
- Anillas		- Control de la superficie, limpieza y contacto			
- Escobas		- Control, sustituir cuando del tamaño haya sido gastado (vea marca de desgaste, figura 4.5)			
- Intercambiador de calor aire-aire					- Limpiar los tubos del intercambiador

ANEXO O. (Continuación)

MAXIMO INTERVALO DE LUBRICACION PARA MOTORES MONTADOS EN LA HORIZONTAL						
RODAMIENTOS DE RODILLOS A ROTULA						
Rodamientos	Cantidad de Grasa (gramos)	Límite de Velocidad de los Rodamientos (rpm)		Polos	Intervalo de Lubricación (h)	
	(g)	100%	75%		60Hz	50Hz
23032	75	1700	1275	12 ou +	2400	3000
				10	1800	2400
				8	1300	1700
				6	700	1100
23036	105	1400	1050	12 ou +	1800	2400
				10	1500	1800
				8	1000	1400
				6	-	800
23040	130	1200	900	12 ou +	1500	2000
				10	1200	1500
				8	750	1100

NOTA:

- Intervalo de lubricación estándar para temperatura ambiente de 40°C y tipos de grasa conforme tabla 4.1.;
- Para motores montados en la vertical, el intervalo de lubricación debe ser reducido a la mitad;
- Temperatura media de los rodamientos considerada 90°C;
- Para temperaturas mayores que 40°C, utilizar la siguiente corrección:
 $T_{amb} = 45^{\circ}\text{C}$ (intervalo de lubricación a 40°C) x 0.6.
 $T_{amb} = 50^{\circ}\text{C}$ (intervalo de lubricación a 40°C) x 0.36.

ALGUNAS GRASAS TÍPICAS PARA DETERMINADAS APLICACIONES			
FABRICANTE	APLICACION	GRASA	TEMPERATURA DE TRABAJO CONSTANTE (°C)
ESSO	NORMAL	POLYREX EM (BASADA EN POLYUREA)	(-30 a +170)
		UNIREX N2 (BASADA EN LITIO)	(-30 a +165)
SHELL		(*)ALVANIA R3 (BASADA EN LITIO)	(-35 a +130)
KLÜBER	BAJAS TEMPERATURAS	ISOFLEX NBU15 (COMPLEJO DE BARIO)	(-60 a +130)

Tabla 4.1.

NOTA: (*) En el caso del uso de la grasa ALVÂNIA R3, hacer la siguiente corrección:
 INTERVALO DE LUBRIFICACIÓN (ALVÂNIA R3) = Intervalo de lubricación normal x 0.65.

ANEXO P

FICHA DE MANTENIMIENTO DE COMPRESOR



Bitácora de servicio.

Acción	Parte o Accesorio	Horas en Función.
Revisar	El compresor	Diario
Verificar	El nivel de aceite y añada en caso de ser necesario	Diario
Revisar	El dren de condensado del sistema de tuberías	Diario
Verificar	Cualquier ruido o vibración fuera de lo normal.	Diario
Verificar	La tensión de las bandas V. Estas deben estar ajustadas para permitir aproximadamente de 3/8" a 1/2" de deflexión de presión con el dedo pulgar.	Semanal
Limpiar	La materia extraña de la cabeza de los cilindros, el motor, la navaja del ventilador, las líneas de aire para ver si no hay fugas	Semanal
Probar	La válvula de seguridad y ver si no se pega.	Semanal
Inspeccionar	Todo el sistema de aire para ver si no hay fugas	Mensual
Revisar	El aceite y si esta contaminado o sucio cámbielo.	Mensual
Verificar	Todo el sistema para ver si no hay fugas de aire alrededor de los coples, usando solución jabonoso	Trimestral.
Probar	El apretado de los tornillos y tuercas, en caso de ser necesario apretarlas.	Trimestral.
Cambiar	De aceite Obligatorio cada tres meses, Aceite CBS	Trimestral.
Inspeccionar	Los ensambles de las válvulas concéntricas. Deben limpiarse entre las 800 y 1,000 horas	Trimestral.