



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de ingeniería Mecánica

**ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE ACCIONES PREVENTIVAS AL
SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO (MAC) EN EL
DEPARTAMENTO DE PREDICTIVOS, PLANTA SAN MIGUEL DE
CEMENTOS PROGRESO S.A.**

Marco Antonio Chávez Salanic

Asesorado por el Ing. Carlos Guillermo Fajardo Godoy

Guatemala, marzo de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE ACCIONES PREVENTIVAS AL
SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO (MAC) EN EL
DEPARTAMENTO DE PREDICTIVOS, PLANTA SAN MIGUEL DE
CEMENTOS PROGRESO S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARCO ANTONIO CHÁVEZ SALANIC

ASESORADO POR ING. CARLOS GUILLERMO FAJARDO
GODOY

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MARZO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Arrivillaga Ramazzini
EXAMINADOR	Ing. José Arturo Estrada Martínez
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE ACCIONES PREVENTIVAS AL
SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO (MAC) EN EL
DEPARTAMENTO DE PREDICTIVOS, PLANTA SAN MIGUEL DE
CEMENTOS PROGRESO S.A.,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 16 de noviembre de 2005.

Marco Antonio Chávez Salanic

Guatemala, 02 de Diciembre de 2005

A quien Interese:

Por este medio hago constar que el señor **Marco Antonio Chávez Salanic**, me presentó su informe final de Tesis que lleva por nombre: **"Análisis y Propuestas de Acciones Preventivas al Sistema de Gestión de Mantenimiento (MAC) en el departamento de Predictivos, Planta San Miguel de Cementos Progreso S.A."**, con el objetivo de revisarlo y asesorarlo; y que luego después de haber realizado los cambios necesarios, estoy de acuerdo con la estructura e información que contiene dicho informe para que se le dé el trámite correspondiente.

Atentamente:


Ing. Carlos Guillermo Fajardo Godoy
Superintendente Mecánico
Asesor de Informe de Tesis
Cementos Progreso Planta San miguel



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 26 de enero de 2006
Ref. EPS. C. 25.01.06

Ing. Angel Roberto Sic García
Coordinador Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Sic García.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor y Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica, MARCO ANTONIO CHAVEZ SALANIC, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es "ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE ACCIONES PREVENTIVAS AL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO (MAC) EN EL DEPARTAMENTO DE PREDICTIVOS, PLANTA SAN MIGUEL DE CEMENTOS PROGRESO, S.A."

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país, beneficiando así a los pobladores.

En tal virtud, LO DOY POR APROBADO, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
Asesor - Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica



cc. Archivo
EESZ/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 26 de enero de 2006
Ref. EPS. C 26.01.06

Ing. Fredy Monroy
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Monroy:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE ACCIONES PREVENTIVAS AL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO (MAC) EN EL DEPARTAMENTO DE PREDICTIVOS, PLANTA SAN MIGUEL DE CEMENTOS PROGRESO, S.A."

Este trabajo lo desarrolló el estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica MARCO ANTONIO CHAVEZ SALANIC, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

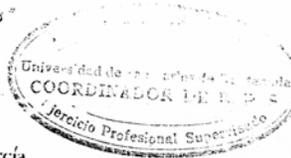
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la APROBACION DEL MISMO por parte de asesor y supervisor, ESTA COORDINACION TAMBIEN APRUEBA SU CONTENIDO; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Fid y Enseñad a Todos"

Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Coordinador Unidad de EPS



cc. Archivo
ARSG/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con el visto bueno del Coordinador del Área Complementaria al trabajo de graduación **Análisis y propuestas de acciones preventivas al sistema de gestión de mantenimiento (MAC) en el departamento de predictivos, planta San Miguel de Cementos Progreso S.A.**, del estudiante **Marco Antonio Chávez Salanic**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'F. Monroy Peralta', written over a horizontal line.

Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
DIRECTOR



Guatemala, febrero de 2006

/behdi.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 046-2006.

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE ACCIONES PREVENTIVAS AL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO (MAC) EN EL DEPARTAMENTO DE PREDICTIVOS, PLANTA SAN MIGUEL DE CEMENTOS PROGRESO, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Marco Antonio Chávez Salanic** procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz-Recinos
DECANO



Guatemala, marzo 1 de 2,006

/gdech

AGRADECIMIENTOS

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA

A MI ASESOR Ingeniero Carlos Guillermo Fajardo
Godoy

**A LOS
DEPARTAMENTOS
DE
PLANIFICACIÓN Y
PREDICTIVOS** Por darme la oportunidad y apoyo de
realizar mi proyecto de EPS.

**AL
DEPARTAMENTO
DE DESPACHOS** Por brindarme la oportunidad de
trabajar en este departamento y por el
apoyo de cada de los compañeros de
trabajo.

**A LA PLANTA SAN MIGUEL DE CEMENTOS PROGRESO Y AL
PERSONAL DE MANTENIMIENTO.**

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS** Por ser la fuente de entendimiento y sabiduría que me ha llevado a la culminación de mi carrera profesional.
- A MIS PADRES** Laureano Chávez Sop
Federica Salanic Gómez
Por su apoyo moral, económico y cariño que brindaron durante toda mi época estudiantil.
- A MIS HERMANOS** Rosa Angélica Chávez Salanic
Julio Secundino Chávez Salanic
Laureano Chávez Salanic
Por el apoyo incondicional que brindaron y que éste triunfo alcanzado sea una muestra de agradecimiento.
- A MIS SOBRINOS** Que mi triunfo alcanzado sea un ejemplo para ellos para alcanzar en un futuro sus metas propuestas.
- A MIS AMIGOS Y FAMILIARES** Con mucho Cariño y respeto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Generalidades	1
1.1.1. Historia de Cementos Progreso S.A.	1
1.1.2. Descripción de las diferentes áreas de proceso	4
1.1.3. Descripción del departamento de mantenimiento mecánico	11
1.1.4. Funcionamiento del departamento de mantenimiento mecánico	12
1.1.4.1. Misión y Visión	12
1.1.4.2. Estructura y funcionamiento del departamento de mantenimiento mecánico	13
1.1.4.3. Tipos de mantenimiento	15
1.2. Descripción de la Norma ISO 9001:200	23
1.3. Descripción del sistema de gestión de mantenimiento (MAC)	25
1.4. Descripción de la pirámide MAC	28
1.5. Análisis F.O.D.A.	30
1.6. Estrategias	31
1.7. Descripción de las diferentes iniciativas del área predictiva que componen la pirámide MAC	32
1.7.1. Seguimiento a intervalos cortos (SIC)	32

1.7.2.	Matriz de habilidades de los recursos	33
1.7.3.	Habilidades Multifuncionales	33
1.7.4.	Equipos de trabajo por área	34
1.7.5.	Equipos de procesos de mantenimiento	35
1.7.6.	Mantenimiento Autónomo	35
1.7.7.	FMEA/ RCM	36
1.7.8.	MTBF/ MTRH/ MTBCF	40
1.7.9.	Estándares y Especificaciones (PMR's)	42
1.7.10.	Rutinas de Mantenimiento Planeadas	43
1.7.11.	Rutinas predictivas y Monitoreo de Condición	44
1.7.12.	Mantenimiento basado en riesgo	45
1.7.13.	Integración de proceso/ Sistema de mantenimiento .	47
1.7.14.	Muestra de Formatos existentes para evaluar el sistema de gestión de mantenimiento MAC según Holcim	48
2.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	51
2.1.	Estado del MAC después de la última auditoría	52
2.1.1.	Identificar que brechas existen para alcanzar los porcentajes requeridos por HOLCIM	54
2.1.2.	Metodología a utilizar para alcanzar los porcentajes Requeridos	55
2.2.	Revisión de los formatos para la evaluación de MAC	55
2.3.	Requerimientos de ISO 9001:2000 para realizar auditorías .	55
2.4.	Realización de auditorías en áreas de hornos y cemento	57
2.4.1.	Procedimiento a utilizar en auditorías en áreas respectivas.....	57

2.4.2. Manejo de la información recopilada	57
2.5. Informe final de auditoría de pirámide MAC	58
2.5.1. Resumen	58
2.5.2. Introducción	59
2.5.3. Resultado de auditoría en áreas de horno y cemento	60
2.5.3.1. Área de hornos	60
2.5.3.2. Área de cemento	67
2.5.4. Propuestas de acciones en área de horno y cemento	74
2.5.5. Estado actual de la pirámide MAC, después de haber realizado auditoria	79
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama del departamento de mantenimiento mecánico.....	14
2	Sistema de Gestión.....	26
3	Elementos Básicos de Sistema.....	27
4	Pirámide de Mantenimiento MAC.....	29
5	Equipo de Proceso de Mantenimiento.....	35
6	Herramienta de MAC que nos ayuda a aumentar la TRT.....	37
7	Gráfica de MTBF.....	40
8	Gráfica de MTTR.....	41
9	Gráfica de MTBCF.....	42
10	Formatos para evaluación de MAC.....	47
11	Resultado auditoría 2000.....	51
12	Resultado pirámide auditoría.....	53
13	Pirámide meta san miguel.....	54
14	Propuesta de acciones.....	74
15	Resultado de pirámide en área de hornos.....	79
16	Resultado de pirámide en área de cemento.....	80

17	Formato de evaluación para PMR´s	86
18	Formato de evaluación para SIC	87
19	Formato de evaluación para Estándares y Especificaciones	88
20	Formato de evaluación para Matriz de Habilidades de los Recursos	89
21	Formato de evaluación para Administración de Almacén	90
22	Formato de evaluación para Rutinas Predictivas y CBM	91
23	Formato de evaluación para RCM / FMEA	92
24	Formato de evaluación para RBM	93

GLOSARIO

Caliza	Roca sedimentaria compuesta de calcita (carbonato de calcio), cuando se calcina da lugar a cal.
CBM	Monitoreo basado sobre la condición del equipo.
Clinker	Material artificial con propiedades hidráulicas, que se obtienen de la transformación de carbonato de calcio y óxidos de sílice, aluminio, hierro y magnesio en un horno rotatorio.
FMEA	Análisis de modo y efecto de fallas.
MAC	Núcleo estandarizado de sistemas, técnicas, herramientas y prácticas de mantenimiento en plantas de cemento.
MTBCF	Tiempo promedio entre fallas por la misma causa.
MTBF	Indicación del tiempo promedio entre fallas para una pieza del equipo.
MTTR	Indicación de la duración media de parada para una pieza del equipo.

PM	Mantenimiento Preventivo.
PMR s	Rutinas de Mantenimiento Preventivo.
Puzolana	Agregado que le vierten a la materia prima
RBM	Mantenimiento Basado en Riesgo.
RCM	Mantenimiento basado sobre la fiabilidad.
SAP	Sistema, aplicaciones y productos para procesamiento de datos.
SIC	Seguimiento de Intervalos cortos.
TRT	Tasa de rendimiento total.

RESUMEN

En el presente proyecto realizado en la planta San Miguel de Cementos Progreso S.A, se hizo una evaluación al sistema de gestión de mantenimiento MAC en las áreas de hornos de clinker y Molinos de cemento, esto para poder identificar que brechas existen en base a los requerimientos que holcim tiene, enfocado a su instalación y al uso que se tiene en este momento en la empresa.

Cabe mencionar que la evaluación se hará en el departamento de predictivos, que se identificarán en la pirámide de mantenimiento, ya que, el resto pertenecen al departamento de planificación. Aunque con esto no se quiere decir que no existe ninguna relación entre ambos departamentos, ya que, estos departamentos van de la mano para que el mantenimiento que se realice en la planta sea eficiente.

Las evaluaciones que se van realizar en las áreas mencionadas, se harán en base a formatos que holcim utiliza en sus evaluaciones, que es una hoja de excel en donde contiene un cuestionario de preguntas acerca de diferentes puntos de mantenimiento que contienen; los requerimientos de documentos, base de datos y comprobación en el campo. Todo esto para poder obtener la mejor información y que los resultados que se den sean confiables y verídicos a la hora de presentar el informe final.

En el informe final del proyecto, se darán a conocer las propuestas o plan de acción preventiva, de las diferentes iniciativas que componen la pirámide MAC, donde se note que se deba mejorar respecto a su instalación y uso. Dicho propuesta o plan estará enfocado en las áreas de clinker y cemento

dando a conocer los porcentajes de instalación y uso, verificando por el código de colores de la pirámide como se encuentra cada iniciativa respecto a los requerimientos que MAC establece para verificar si se encuentran en el rango porcentual de aceptables.

Por último, el informe será presentado, revisado a Gerencia de mantenimiento para que se realicen o se tomen las medidas respectivas en lo que se refiera al plan de acción correctiva o su implementación para poder con esto optimizar cada iniciativa de la pirámide de mantenimiento MAC.

OBJETIVOS

General

Realizar una evaluación al sistema de gestión de mantenimiento MAC, para verificar su sostenibilidad respecto a la instalación y uso de las diferentes iniciativas que componen la pirámide de mantenimiento.

Específicos

1. Realizar Evaluaciones al sistema de gestión de mantenimiento en las áreas de hornos y cemento, orientadas a las iniciativas que componen el área predictiva.
2. Determinar las brechas que existen para alcanzar los requerimientos que holcim establece.
3. Realizar una comparación de la evaluación anterior de MAC respecto a la actual.

INTRODUCCIÓN

En la empresa de cementos progreso S.A., Planta San Miguel, se ha implementado un sistema de gestión de mantenimiento para cemento conocida como MAC, esto para lograr que el departamento de mantenimiento de la planta sea eficiente a la hora que realicen su actividades o rutinas respectivas.

Se desea un alto TRT, tasa de rendimiento total = disponibilidad del equipo de planta x rendimiento del mismo x calidad del producto, con costos de mantenimiento bajos insumos en general, mano de obra, servicios o trabajos subcontratados, etc., y una tasa baja de activos, especialmente repuestos almacenados.

Las normas ISO 9001:2000 la nueva norma tiene fuertes implicaciones en el sector empresarial, la cual tiene cuatro rasgos característicos que la diferencian de las anteriores: simplifica la estructura, reduce el número de normas, se convierte en una norma genérica y es aplicable a todas las organizaciones. El trabajo de preparar estándares internacionales es normalmente llevado a cabo a través de Comités Técnicos ISO, cada cuerpo miembro interesado en un asunto para el cual un comité técnico se ha establecido, tiene el derecho de ser representado en ese comité.

En este proyecto se presenta una evaluación al sistema de gestión de mantenimiento MAC identificando las brechas que existen, esto en base a los requerimientos que holcim presenta en la diferentes iniciativas que componen la pirámide de mantenimiento. Luego de esto, se presentarán soluciones a los problemas encontrados realizando un plan de acciones preventivas en base a

los requerimientos de la norma ISO 9001:2000, en las áreas de clinker y cemento.

El proyecto estará basado en el área predictiva de la pirámide MAC, ya que, existe, también, lo que es el área de planificación, por lo que con el apoyo de estándares ya establecidos en el programa de mantenimiento de la pirámide MAC se podrá tener referencias de cómo son llevadas a cabo por el departamento de mantenimiento.

Luego de haber realizado las evaluaciones en las áreas mencionadas y tener el plan de acciones preventivas para este proyecto, será presentada a gerencia de mantenimiento donde será estudiada y analizada, realizando ellos un plan de acciones correctivas o un programa de implementación para poder utilizar la información y propuestas que se realizaron en dicho proyecto.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Generalidades

1.1.1 Historia de Cementos Progreso S.A.

Fue con mucha visión y con la idea clara de fundar una de las primeras fábricas de cemento en Latinoamérica, que un 18 de octubre de 1899, Don Carlos Federico Novella Klée creó la empresa **Carlos F. Novella y Cía.** Don Carlos se aventuró a invertir en una cementera ejerciendo desde ese momento un liderazgo transformador ya que en ese tiempo el cemento no era el material que en Guatemala se utilizaba para la construcción.

En 1901 se inició la comercialización del cemento producido en la Finca La Pedrera. Solamente dos años después, la fábrica experimentaba ya su primera transformación al montarse un horno que quemaba carbón vegetal molido como combustible. En 1915 inversores norteamericanos tomaron la mayoría, cambiando el nombre de la firma por el de “Novella Cement Co. Of New York”, la capacidad era de 500 sacos diarios.

A raíz del terremoto de 1917 se inició la verdadera demanda del cemento ya que todas aquellas construcciones hechas con cemento soportaron las inclemencias de tal fenómeno natural. En 1927 el Sr. Novella y otros socios adquirieron la participación norteamericana y se cambió de nuevo el nombre, que pasó a ser “Novella y Cía.”

La crisis de los años 30, se generalizó con un grave descenso de las inversiones y las ventas de cemento cayeron, el Sr. Novella adquirió la mayoría de las acciones y le devolvió el nombre de “Carlos F. Novella y Cía.”. En 1936 se restableció la situación económica y se proyectó una nueva ampliación de la capacidad de la fábrica de La Pedrera, con lo que se iniciaron las exportaciones de cemento a países vecinos. Luego en el año 1953 se cambia la razón social de la empresa a “Cementos Novella, S.A.”.

En 1956 se volvió a ampliar la fábrica con la instalación de un nuevo horno en La Pedrera, su capacidad aumenta a 12,000 sacos diarios. Y en 1964 se instala otro horno lo que aumenta la capacidad a 22,000 sacos diarios.

La creciente demanda en el mercado creó la necesidad de incrementar la producción y en 1965 se adquirió la Finca San Miguel Río Abajo en Sanarate, El Progreso.

En 1971 se inició la construcción de la Primera Línea en la Planta San Miguel, que inició sus operaciones en 1974, en estos años la empresa produce 31,000 sacos diarios. Siete años después, en 1978, se construyó la Segunda Línea y se legalizó el nombre de **Cementos Progreso, S.A.** Con sus dos plantas la capacidad de la empresa es de 45,000 sacos diarios. Luego en 1980 inicia a operaciones la segunda línea de producción en San Miguel, la capacidad de la empresa se incrementa a 61,000 sacos diarios.

En 1990 la empresa aumenta su capacidad a 95,000 sacos diarios, en 1996 principió la construcción de la Tercera Línea en San Miguel, que arrancó en 1998, la capacidad de producción se incrementa a 155,000 sacos diarios, luego en el año 2000 la empresa aumenta su capacidad a 195,000 sacos diarios.

Visión de Cementos Progreso S.A.

Compartimos sueños construimos realidades.

Misión de Cementos Progreso S.A.

Producimos y comercializamos cemento y otros materiales para construcción acompañados de servicios de alta calidad.

Nos proponemos:

- ✓ Abastecer con eficiencia el mercado y cultivar con nuestros clientes una relación duradera para ser su mejor opción.
- ✓ Dar a nuestro personal la oportunidad de desarrollarse integralmente y reconocer su desempeño
- ✓ Impulsar con nuestro proveedores una relación de confianza, cooperación y beneficio mutuo.
- ✓ Contribuir al desarrollo de la comunidad además de proteger y mejorar el medio ambiente.
- ✓ Garantizar a nuestros accionistas una rentabilidad satisfactoria y sostenible.

1.1.2 Descripción de las diferentes áreas de proceso

Descripción del departamento de trituración

Funciones del departamento de cantera y trituración

Es el responsable directo de proveer a la planta de las materias primas esenciales para la fabricación de sus productos principales: Cemento Portland y Cal Hidratada. Estas materias son: Caliza, Esquistos, Yeso, Tobas, Hematita y Puzolana. Estos materiales son procesados bajo un estricto control de calidad que garantiza que estarán disponibles para el proceso en la cantidad necesaria, con la composición química correcta y con la granulometría adecuada. La explotación se realiza por medio de personal debidamente capacitado y observando un reglamento interno de normas de seguridad e higiene industrial.

Comprende de las siguientes etapas:

- Exploración.
- Diseño de frentes de explotación.
- Extracción.
- Carga y transporte.
- Trituración.
- Control de calidad.
- Grupo de apoyo.

Sección de Exploración

Consiste en la investigación sistemática de las áreas de reservas mineras, esto incluye la realización de mapas topográficos y geológicos.

Frentes de explotación

Con toda la información geológica y topográfica debidamente organizada, se procede al diseño de los frentes de explotación; para ello se cuenta con un grupo de topografía que trazan en el campo las vías de acceso para luego construir las y se delimitan las áreas a explotar dependiendo del tipo de terreno y del método de extracción a utilizar.

Extracción

Consiste en remover los minerales de su estado natural para que puedan ser transportados a la planta, para esto se utilizan tractores de cuchilla y ripio en un 70% y voladuras en un 30%.

Carga y transporte

El material fragmentado es cargado en camiones de volteo y transportado a la planta para luego ser triturado, para esto contamos con 6 camiones de 35 toneladas, 2 cargadores 980 C, una pala 650 y una pala 245.

Trituración

Los materiales provenientes de la cantera son descargados a la trituradora primaria de cono, la cual puede aceptar bloques de hasta 1 metro, y los reduce a tamaños menores de 150mm, luego son transportados por medio de bandas a una zaranda la que clasifica el material, el de 25mm pasa directo a los silos de materias primas, el de 50mm-100mm, es llevado por medio de bandas para el patio de stock para la elaboración de cal, y el resto es triturado por una

trituradora de cono que lo reduce a tamaños menores de 25mm y son llevados por medio de bandas a los silos de materias primas.

Descripción del departamento de molinos de mezcla

Proceso de fabricación de harina cruda

El área de harina cruda cuenta con tres líneas de producción, una de ellas con un molino vertical y las restantes con molinos de bolas. Todas las líneas son controladas por los operadores de control central según los instructivos de operación y control, quienes son supervisados por el jefe de turno, quien a su vez, reporta al superintendente de harina cruda.

El proceso de fabricación de harina cruda cuenta con tres etapas:

- a) Extracción de materia prima y alimentación al molino: la materia prima se almacena en silos, tolvas o en la galera de prehomogenización los cuales son revisados periódicamente en función de la conservación del producto según verificación de producto y condiciones de almacén. En éste se inspeccionan los equipos o almacenes para asegurar que el medio de trabajo, como equipos aislados del ambiente para evitar humedad en la harina cruda y contaminación de polvo al medio ambiente, se pueda dar y dañar el producto. En todas las líneas de producción existe un sistema de pesaje para obtener la cantidad deseada de cada material en el sistema de transporte hacia el molino. En esta etapa se hace la “mezcla” de materia prima para cumplir con los requerimientos químicos del área de Clinker.
- b) Molienda de materia prima: sucede dentro del molino propiamente dicho y abarca también el control de la finura (que se lleva a cabo en los separadores de partículas) y de propiedades químicas del producto.

- c) Recolección del producto y almacenaje: en esta etapa se recolecta el producto luego de salir de la etapa de molienda y es transportado hacia los silos de almacenaje, los cuales al igual que los de materia prima, son revisados según la Verificación de producto y condiciones de almacén.

Descripción del departamento de hornos de clinker

Proceso de fabricación de Clinker

El Departamento de Clinker cuenta con tres líneas de producción: Líneas 1 y 2, hornos vía seca con 4 precalentadores y enfriadores de satélites, con una capacidad de 1,250 y 2,000 tn/día respectivamente; línea 3, horno vía seca con 5 precalentadores, calcinador en línea y enfriador de parrillas con una capacidad de 3,000 tn/día.

Las tres líneas de producción son operadas por los Operadores de Control Central, según los instructivos de operación y control, siendo supervisados por el Jefe de Turno, quien a su vez, reporta al Superintendente de Hornos.

El proceso de fabricación de Clinker cuenta con tres etapas que son controladas por el Operador de Control Central, desde la sala de control.

Estas etapas son:

a) Extracción de materia prima y alimentación al horno

La materia prima proporcionada por el departamento de harina cruda, se encuentra almacenada en silos, los cuales son revisados periódicamente en función de la conservación del producto. Esta

materia prima es transportada a los hornos, por sistemas mecánicos y neumáticos, pasando por dosificadores con control de pesaje para el debido control de la alimentación del horno. La alimentación del horno hace un muestreo periódicamente para evaluar su composición química y si algún parámetro sale de control.

b) Proceso de transformación o Clinkerización

Es el proceso que se da dentro del horno, por la transformación química de los elementos de la harina cruda, en Clinker; debido a los gradientes de presión y temperatura generados por el sistema.

c) Recolección del producto y almacenaje

Esta es la etapa en la que el producto es llevado por medios mecánicos, hacia los almacenes de producto terminado.

Para el resguardo del Clinker producido se cuenta con ocho silos de almacenamiento, con una capacidad total de 40,750 tn y una galera de 20,000 tn. Cuando en estos almacenes ya no es posible almacenar más material, el mismo es trasladado a un patio abierto en la cantera.

Cuando el material es trasladado a patio abierto, el mismo debe ser apilado, con el objeto que la menor área posible entre en contacto con agua (en época lluviosa). Si la temperatura del Clinker lo permite, se cubre con lona.

Descripción del departamento de molinos de cemento

Proceso de fabricación de cemento

El área de cemento cuenta con dos líneas de producción de cemento con molinos verticales, dos líneas de producción de cemento con molinos de bolas y una línea de premolienda de Clinker para alimentar a los molinos de bolas.

El proceso de fabricación de cemento cuenta con tres etapas:

- a) Extracción de materia prima y alimentación al molino: la materia prima se almacena en silos, tolvas o en la galera de Clinker. En cualquier caso, existe un sistema de pesaje para obtener la cantidad deseada de cada material en el sistema de transporte hacia el molino. En algunos casos (alimentación de Clinker) se tendrá primero una extracción volumétrica para mantener el nivel de una tolva, el sistema de pesaje está acondicionado en la salida de estas tolvas.
- b) Molienda de la materia prima: sucede dentro del molino propiamente dicho y abarca también el control de la fineza del producto, que se lleva a cabo en los separadores de partículas.
- C) Recolección del producto y almacenaje: en esta etapa se recolecta el producto luego de salir de la etapa de molienda y es transportado hacia los silos de almacenaje, antes de su despacho.

Descripción del departamento de envasado y despacho de cemento

Manejo y Empaque del cemento envasado y despachado

La manipulación en el manejo de los sacos o bolsas de papel que se utilizan para el proceso de envasado y despacho de cemento, se inicia con la aplicación del saco en forma manual para las envasadoras 21-641-EV1 y 21-642-EV1 y la aplicación automática para las envasadoras 21-643-EV1 y 21-644-EV1 en donde sus características de utilización debe cumplir con la verificación al momento de su recepción en cuanto a sus especificaciones. En planta San Miguel se tienen dos líneas de carga directa hacia las plataformas del camión denominadas envasadoras manuales donde directamente el personal de cargadores de cemento colocan los sacos ordenadamente sobre la plataforma con la cantidad indicada a despachar según la orden de despacho, las revisiones principales efectuadas antes del proceso de carga lo constituyen la inspección de la plataforma para asegurarse de que esta no dañe el empaque del cemento envasado al momento de ser colocado sobre la plataforma, lo cual satisface que al momento de su transporte llegue a los clientes con las condiciones necesarias de calidad, entrega y servicio. Al encontrarse alguna deficiencia en el estado de una plataforma, se genera una solicitud de acción, para que se tomen las medidas correspondientes para su reparación. Se tiene también en CEMPRO SM la disponibilidad de dos maquinas con aplicación automática del saco o bolsa de papel donde intervienen mecanismos automáticos para el proceso de envase y despacho así como también el del transporte de carga que se hace por medio de un montacargas, por lo que estas características principales de estos sistemas en los equipos contribuyen en gran parte a que la manipulación del saco genere las condiciones y especificaciones en que debe satisfacer el tipo de empaque a usar en el proceso,. Este formato aplica también para las maquinas de aplicación manual donde la severidad de utilización en el manejo de la bolsa es

menor. La reutilización del cemento provocada por causas de rotura de bolsa que son atribuidas al manejo y transporte de los sacos se recupera recirculando el cemento en el gusano de rechazo 21-644-TF1.

Descripción del departamento de cal

El departamento de cal tiene como propósito: producir cal viva e hidratada de la mejor calidad a bajo costo, para abastecer las necesidades del mercado.

El proceso de fabricación de cal empieza con la extracción de materia prima (piedra caliza) luego de esto pasa a ser triturada con lo que se logra el tamaño adecuado de la piedra, después la piedra pasa por un horno rotativo donde adquiere ciertas características tanto químicas como físicas debido a los gradientes de presión y temperatura, después de este proceso ingresa nuevamente a una trituradora para luego pasar a la hidratadora donde se le atomiza agua, ya hidratada la cal pasa por un separador de partículas el cual deja pasar las partículas más livianas y retiene las pesadas para enviarlas a un molino de bolas para que logren alcanzar el tamaño adecuado, y por último la cal hidratada es enviada a los silos para luego ser despachada.

1.1.3 Descripción del departamento de mantenimiento mecánico

En la planta San Miguel de Cementos Progreso,S.A., con el apoyo de Holcim Internacional se ha iniciado el camino hacia la práctica de un mantenimiento de clase mundial, para poder seguir siendo una empresa competitiva. Se cuenta con herramientas de software como SAP que apoyan la gestión de mantenimiento. Se cumplen con tareas de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.

Existe una distribución de mecánicos por áreas, los cuales se encargan de la ejecución de las tareas de mantenimiento indicadas por las ordenes de trabajo, las cuales son programadas por personal encargado directamente de la planificación del mantenimiento.

Las funciones de mantenimiento están descentralizadas y existen especialistas para cada área de mantenimiento, se cuenta con un taller eléctrico y el taller mecánico, departamento de planificación y departamento de mantenimiento predictivo.

El Departamento de Mantenimiento Predictivo cumple una función de apoyo para las diferentes áreas de procesos, está integrado por 14 personas las que se encargan de tomar las mediciones respectivas y de su análisis para planificar con las áreas de procesos las tareas de mantenimiento.

1.1.4 Funcionamiento del departamento de mantenimiento mecánico

1.1.4.1 Visión y Misión del departamento

Visión:

Ser el departamento mecánico modelo para plantas de cemento.

Misión:

Ser un equipo que planifica, ejecuta, controla y evalúa el mantenimiento mecánico de las áreas productivas y de apoyo dentro de planta San Miguel de Cementos Progreso, S.A., para lograr una alta disponibilidad mecánica, acorde

a los objetivos de calidad de la empresa, asegurando un óptimo funcionamiento de la maquinaria y los equipos.

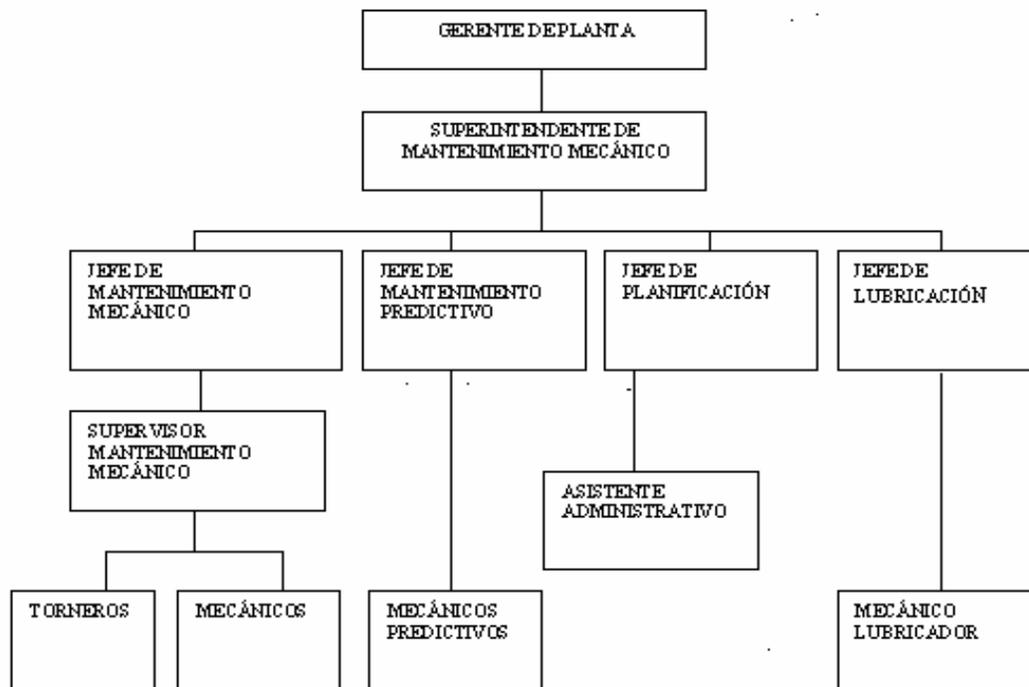
Nos apoyamos en personal competente y proactivo, un sistema de gestión de mantenimiento MAC y herramientas de planificación como SAP.

Buscamos ser la primera opción de nuestros clientes basados en la confianza y credibilidad en nuestro trabajo y en la calidad del servicio prestado.

1.1.4.2 Estructura y Funcionamiento del departamento de mantenimiento mecánico

La estructura de organización en el área de mantenimiento mecánico en planta San Miguel , está definida de la siguiente manera (figura12). El departamento de mantenimiento mecánico está encabezado por el superintendente mecánico, que es el encargado de coordinar las actividades, toma de decisiones y ser un enlace con la gerencia. Seguidamente están los departamentos de predictivos, planificación, mantenimiento mecánico y lubricación, en predictivos se encargan de pronosticar los fallos y determinar estadísticamente los intervalos de mantenimiento a los equipos y maquinaria.

Figura 1. Organigrama del departamento de mantenimiento mecánico



En planificación es donde se programan los mantenimientos mediante un registro de control de las máquinas, se generan las órdenes de compra, coordinan todas las órdenes de trabajo, proporcionan información por medio de manuales de máquinas.

En mantenimiento mecánico está dividido en dos grupos lo que son servicios generales y tornos, en servicios generales se encargan de mantenimiento a los sistemas de agua, aire, y otras máquinas, los tornos están a disposición de todas las áreas de la planta, toda vez que pase por planificación. En el departamento de lubricación, se encargan de controlar los niveles de máquinas, determinar fallos por mal lubricación y proporcionar el mejor lubricante de acuerdo a la función y desempeño de las máquinas y equipos.

El alcance de dicho mantenimiento es a equipos críticos y vehículos de las áreas productivas comprendidas entre cantera y envasado de planta, sujetos a mantenimiento de cualquier tipo (predictivo, preventivo o correctivo). Desde que se genera un aviso y el seguimiento de los planes y rutinas de mantenimiento respectivos, hasta el cierre de la Ot (orden de trabajo), lo que da como resultado la retroalimentación al sistema SAP.

1.1.4.3 Tipos de mantenimiento

Desde que se inventaron las primeras máquinas y se empezaron a usar para la elaboración de los productos, se empezó a usar el mantenimiento como un medio de reconstrucción y reparación. Conforme el tiempo, tanto las máquinas, como el mantenimiento han ido evolucionando, y las técnicas de mantenimiento que se tienen hoy en día son muy avanzadas. El mantenimiento actualmente se clasifica en cuatro grupos: está el mantenimiento correctivo, el preventivo o histórico, el predictivo y el proactivo.

Mantenimiento de avería

Es el que se basa en la reparación de fallas hasta que estas ocurren; esto quiere decir que se deja trabajar al equipo hasta que falla. Tener este tipo de mantenimiento como base del mantenimiento de una máquina resulta caro e inapropiado, incluso puede ser hasta peligroso. Cuando en una máquina se deja que una falla llegue hasta el punto en que provoque el paro obligatorio, la pieza que falla en la mayoría de los casos no es la única que resulta dañada; las piezas con las que tiene contacto, que se encuentren cerca o las que pertenezcan al mismo mecanismo pueden dañarse, ya sea por desgaste abrasivo, cuando hay desprendimiento de partículas metálicas, desgaste por fricción entre dos piezas a causa de un desajuste o deformaciones plásticas por desalineamientos, fugas de material o de lubricantes, que puedan afectar las condiciones de seguridad del personal; éstos son sólo algunos ejemplos.

Además de que la aplicación del mantenimiento correctivo resulta inapropiada económicamente, porque los costos de producción se elevan, y hay casos, por ejemplo, si la máquina es realmente crítica en la línea de producción y hay que aplicarle mantenimiento correctivo, el valor de reemplazo de la pieza que falló puede elevarse hasta cien veces el valor original de la misma. Esto es a causa de las pérdidas de producción por tiempo muerto de la máquina; no se programa la fecha del fallo por lo que el tiempo de reparación puede aumentar porque la pieza no esté en existencia en el almacén, y el envío tenga un período de tiempo largo o porque se tenga que fabricar la pieza.

Los otros tipos de mantenimiento evitan que sucedan fallas repentinas, por lo cual son más apropiados. Sin embargo, aunque se tenga un buen programa de mantenimiento preventivo y predictivo, siempre existe la posibilidad de que ocurra una falla repentina, como por ejemplo, una de las causas puede ser un

mal manejo o un mal montaje de la pieza de reemplazo, pero el porcentaje de mantenimiento correctivo, que se aplica en estos casos, es muy pequeño, con lo cual se ahorra mucho dinero.

Mantenimiento preventivo

El tipo de mantenimiento más apropiado, para la aplicación en cualquier empresa, es el proactivo, que es una combinación del preventivo con el predictivo, pero la aplicación del mantenimiento predictivo resulta bastante cara, por lo que en plantas en donde el capital no permita la implementación del mantenimiento predictivo, es necesario tener un buen programa de mantenimiento preventivo. La contratación de la compañía para que se encargue del mantenimiento predictivo o la compra del equipo y la capacitación del personal de mantenimiento de la planta para el uso de dicho equipo, genera costos elevados, sin embargo, la aplicación de este tipo de mantenimiento evita que se generen costos por cambio de materiales y repuestos, que se encuentran en buen estado, por mano de obra y paro de producción no programado, y si se suma el total de este tipo de gastos, se justifica la aplicación del mantenimiento predictivo.

El mantenimiento preventivo es el que se basa en un programa a intervalos de tiempo; este programa se con base en la información que da el fabricante de la máquina y con base en el historial de la máquina; esto no quiere decir que sea sólo un programa de inspecciones periódicas; el mantenimiento preventivo abarca no sólo las actividades de eliminación de averías o de consumos anormales, sino las de normalización, disminución de costos de mantenimiento e incremento de la vida útil del equipo. El mantenimiento preventivo actúa antes de que el problema surja. Por ejemplo, si una pieza de determinada máquina, la cual esta trabajando bajo cierta carga, cierta

velocidad y en determinado ambiente, la pieza bajo estas condiciones tiene un tiempo de vida y este tiempo se tiene registrado en el historial de la máquina, entonces con base en este dato, la parte del programa de mantenimiento de esta maquina, en el que se tenga que reemplazar dicha pieza, se acorta a un período de tiempo por seguridad, menor que el del historial. Entonces lo que trata el mantenimiento preventivo es de anticiparse a la ocurrencia de la falla; los costos no son tan elevados como en un mantenimiento correctivo, pero resulta caro aplicarlo, porque no se sabe el estado real de la máquina ni de la pieza o el componente que se va a sustituir.

Un programa de mantenimiento preventivo no sólo esta conformado por los períodos de reemplazo de las piezas; también tiene visitas, revisiones; una simple rutina de limpieza es parte de este tipo de mantenimiento, y con su aplicación se evitan problemas.

Las visitas son inspecciones periódicas que se hacen para verificar el estado de la máquina; también sirven para detectar cualquier anomalía y evitar que se llegue a convertir en una falla. En una visita, se usan los sentidos, vista, tacto, olfato, oído, para detectar las anomalías. También sirve para verificar si los operarios están manejando de una manera adecuada el equipo. Una visita debe ser rápida, si se tiene que detener el equipo, debe ser el mínimo de tiempo posible. Toda la información recavada en las visitas sirve para programar la reparación de anomalías.

Las revisiones son intervenciones que se realizan sobre máquinas e instalaciones para detectar o confirmar las anomalías localizadas en las visitas; estas se reparan con el fin de dejar el equipo en condiciones de funcionamiento, que evite la aparición de averías.

También para realizar las revisiones se tienen rutinas de mantenimiento a intervalos de tiempo, las cuales están hechas con base en recomendaciones del fabricante, experiencia del personal de mantenimiento y con base en el historial.

Uno de los programas más importantes del mantenimiento preventivo es el programa de engrase. La vida útil del equipo depende, en gran medida, de una correcta lubricación, porque existe un alto porcentaje de averías debido a un engrase defectuoso.

Mantenimiento predictivo

Se basa en el monitoreo de condición de operación, con lo cual se detectan fallas inminentes o futuras, sin interferir en la operación del equipo, por lo cual se puede programar y anticiparse a los requerimientos de mantenimiento de manera óptima.

En el mantenimiento predictivo, se aplican nuevas tecnologías de instrumentación a través de las siguientes técnicas:

- Análisis y tendencia de vibraciones
- Termografía infrarroja
- Análisis de lubricantes
- Análisis de corrientes de motores eléctricos
- Ultrasonido de alta frecuencia
- Comportamiento del proceso

La base de un programa de mantenimiento predictivo es el análisis y tendencia de vibraciones. Se establecen rutas de chequeo para los equipos;

las rutinas se aplican a los motores eléctricos, las cajas reductoras, y cualquier equipo en donde se involucren en el funcionamiento engranes y cojinetes. Los tipos de lecturas que se toman son vertical, horizontal y axial, tanto en el lado libre, como en lado de tracción. Con estas herramientas que detectan los niveles de vibración, se pueden detectar fallas futuras y problemas mecánicos internos en máquinas rotativas y alternativas.

En la termografía, se utilizan pistolas de rayos infrarrojos; son instrumentos de no contacto, los cuales leen la temperatura del punto o de un área. Es importante el control de la temperatura en el funcionamiento de un equipo, ya que un incremento es indicio de un problema inminente. Sin embargo, hay casos en los que un incremento de la temperatura no necesariamente es indicio de un problema, por ejemplo, cuando se reelubrica un cojinete, durante los primeros dos días la temperatura puede incrementarse.

El análisis de lubricantes es una de las técnicas, que mayor información proporciona a la persona encargada de la administración del mantenimiento, respecto a las condiciones de operación del equipo, sus niveles de contaminación, degradación y finalmente su desgaste y vida útil. Con el análisis de aceite, es posible aplicar técnicas de cambio del lubricante basado en su condición, con lo que se obtienen ahorros.

Los cambios de corriente en las fases se miden con amperímetros de gancho; un cambio de corriente es señal de que hay un problema.

El ultrasonido de alta frecuencia se hace con una pistola, la cual se utiliza para detectar fugas de gas, de aire comprimido, de vapor; también se usan para medir espesores de tanques; su uso es parecido al de las pistolas empleadas en la técnica de la termografía.

Mantenimiento proactivo

El Mantenimiento Proactivo utiliza técnicas que monitorean las condiciones de operación de las máquinas y equipos (mantenimiento predictivo), las cuales permiten detectar las causas que dan origen a las fallas, para eliminarlas y prolongar la vida del equipo (mantenimiento preventivo), lo cual permite además anticipar las fallas antes de que se conviertan en catastróficas. El mantenimiento proactivo se enfoca al monitoreo de las causas que originan la falla.

Administración del mantenimiento preventivo

El mantenimiento, como cualquier otra actividad en una industria, necesita tener un buen programa administrativo para que pueda desarrollarse con satisfacción. La administración del mantenimiento preventivo se hace con el fin de organizarlo de una manera racional entre la mano de obra y los medios técnicos, para obtener resultados óptimos con la mínima inversión en mano de obra, materiales, repuestos y servicios externos.

Dirección, control y personal que llevará a cabo la tarea del mantenimiento

En cada departamento, debe haber una persona que se encargue de llevar la planificación del mantenimiento, la cual debe basarse en los planes; esta persona es la encargada de modificar el plan en caso de emergencia o correctivos, de distribuir los trabajos entre el personal de mantenimiento y de pedir los materiales y repuestos al departamento encargado de las compras.

Cada actividad de mantenimiento tiene distintas exigencias, ya que la actividad que se debe realizar en la máquina o instalación puede ser eléctrica o mecánica. Entonces, las tareas de origen eléctrico serán ejecutados por las personas de este departamento, y las tareas mecánicas en los equipos, los mecánicos. Las fabricaciones que requieran el empleo de máquinas como tornos, fresas, cepillos, etc., las realizara el personal del Departamento de Máquinas y Herramientas, pero si la planta no cuenta con este tipo de herramienta, se tendrá que recurrir a un servicio externo.

Objetivos del mantenimiento preventivo

- Limitar el envejecimiento del material y mejorar al mismo tiempo su estado.
- Hacer que el equipo funcione en las condiciones de régimen.
- Intervenir antes de que el costo de la reparación alcance valores excesivamente altos.
- Disminuir la posible aparición de averías en el equipo, cuya parada provoque un costo alto por perdida de producción.
- Suprimir las causas y riesgos de accidentes en las máquinas e instalaciones de la planta.
- Evitar los consumos exagerados de agua, aire comprimido, vapor, energía, lubricantes, etc.
- Regularizar el programa de mantenimiento, procurando equilibrar su carga de trabajo.
- Normalizar la adquisición de nuevo equipo, de repuestos y de materiales de reparación.
- Disminuir y controlar los costos de mantenimiento.

Objetivos del mantenimiento proactivo

- Reduce el tiempo de parada, al conocerse exactamente qué órgano es el que falla.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Permite tener las piezas de recambio en el momento justo.
- Requiere una planilla de mantenimiento más reducida.
- La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico y operacional, muy útil en estos casos.
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación, que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Tomar decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Permitir el conocimiento del historial de mantenimiento, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Facilitar el análisis de las averías.
- Permitir el análisis estadístico del sistema.

1.2 Descripción de la Norma ISO 9001:2000

La serie de estándares conocidos como ISO 9000 vio su luz en el año de 1987 como respuesta a la necesidad de estandarizar la terminología y los requerimientos mínimos indispensables para el aseguramiento de la calidad y

los sistemas. Específicamente las normas ISO 9000 es un conjunto de estándares y guías internacionales relacionadas con la Administración de la calidad.

ISO 9001:2000 sistemas administración de calidad-requerimientos

Este estándar especifica requerimientos para el sistema de administración de calidad para ser usado cuando la capacidad de una organización de proveer productor y/o servicio conformes necesita ser demostrada. Los requerimientos del sistema de administración de calidad están dirigidos primeramente a alcanzar la satisfacción del cliente a través de cumplir o exceder sus requerimientos mediante la aplicación del sistema, su mejora continua y la prevención de no conformidades.

ISO 9001 aplica a las organizaciones desde la identificación de los requerimientos del cliente, todas los otros proceso del sistema de administración de calidad, hasta el logro de la satisfacción del cliente. El documento presenta los procesos en forma de un ciclo cerrado. Los requerimientos de ISO 9001son genéricos y aplican a todas las categorías de productos y a cualquier sector industrial y económico. Es aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño.

Auditoría interna según ISO 9001:2000

Una auditoría de proceso, es evaluación de una actividad o bien de la prestación de un servicio o la ejecución de un proceso de producción contra instrucciones documentadas y normas, para medir su conformidad y efectividad contra requisitos definidos. La auditoría es una verificación de la adecuación y efectividad de los controles del proceso sobre el equipo, condiciones de

operación o adecuación de los servicios como se establece en los procedimientos, instrucciones de trabajo y especificaciones de los procesos.

Un sistema de auditoría interna, es requerido por la mayoría de las normas de administración de calidad, ya que todas concuerdan que son de gran apoyo para verificar la efectividad del sistema y de su cumplimiento.

Es aconsejable encontrar y corregir las no conformidades, antes de que sean detectadas por clientes o auditores de terceras partes, ya que esto depende en gran parte lograr la confiabilidad de nuestro sistema.

La gerencia de la compañía debe siempre desear el mejoramiento de los sistemas gerenciales y por medio de las auditorías contribuimos a la mejora detectar y corregir.

El primer punto para planear una auditoría, es determinar los requisitos generales contra los cuales ésta deber ser realizada. Como por ejemplo cuales son los requisitos básicos que van a ser evaluados en una operación o actividad. Estos requisitos son definidos en documentos tales como: procedimientos de operación, instrucciones, planos, documentos de regulación y contratos. En el establecimiento de los requisitos para auditorías, es vital que éstos hayan sido revisados, y de ésta manera se obtendrá retroalimentación de los mismos.

1.3 Descripción del sistema de gestión de mantenimiento (MAC)

Un sistema de gestión de mantenimiento es aquel que esta relacionado con muchos procesos que están relacionados entre sí, si un proceso falla el sistema lo siente y reacciona.

Por qué Sistemas de Gestión para Nuestro Negocio ?

- Definen las rutinas de gestión, o las disciplinas, que necesitamos para controlar el negocio.
- Permiten una gestión basada en hechos, y no en percepciones o personalidad.
- Dan a los empleados expectativas claras de desempeño.
- Permiten enfocar las acciones y la mejora continua.
- Libera el tiempo de la Gerencia para dedicarse a nuevas tareas.

Figura 2. Sistema de Gestión

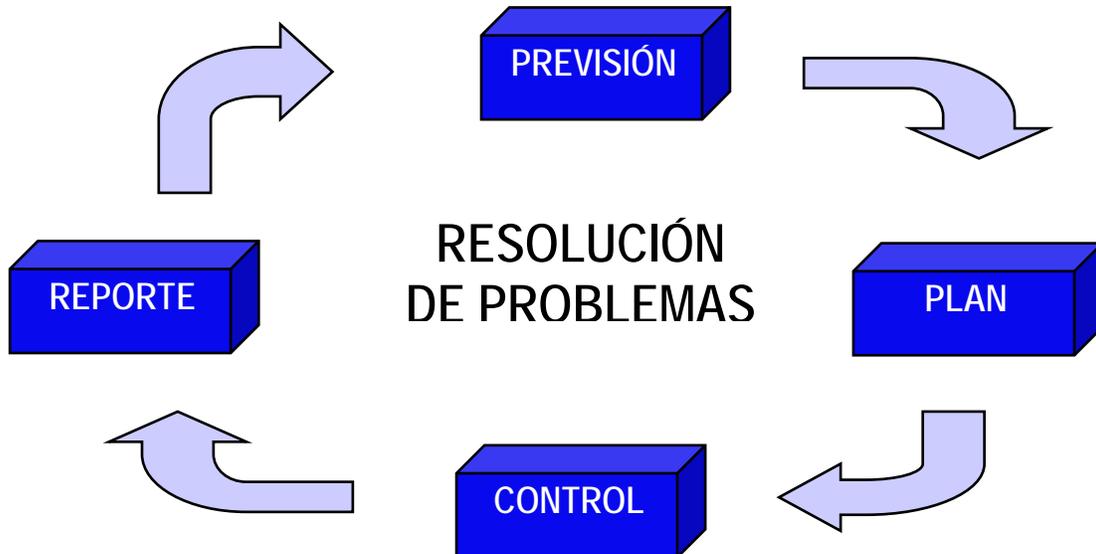
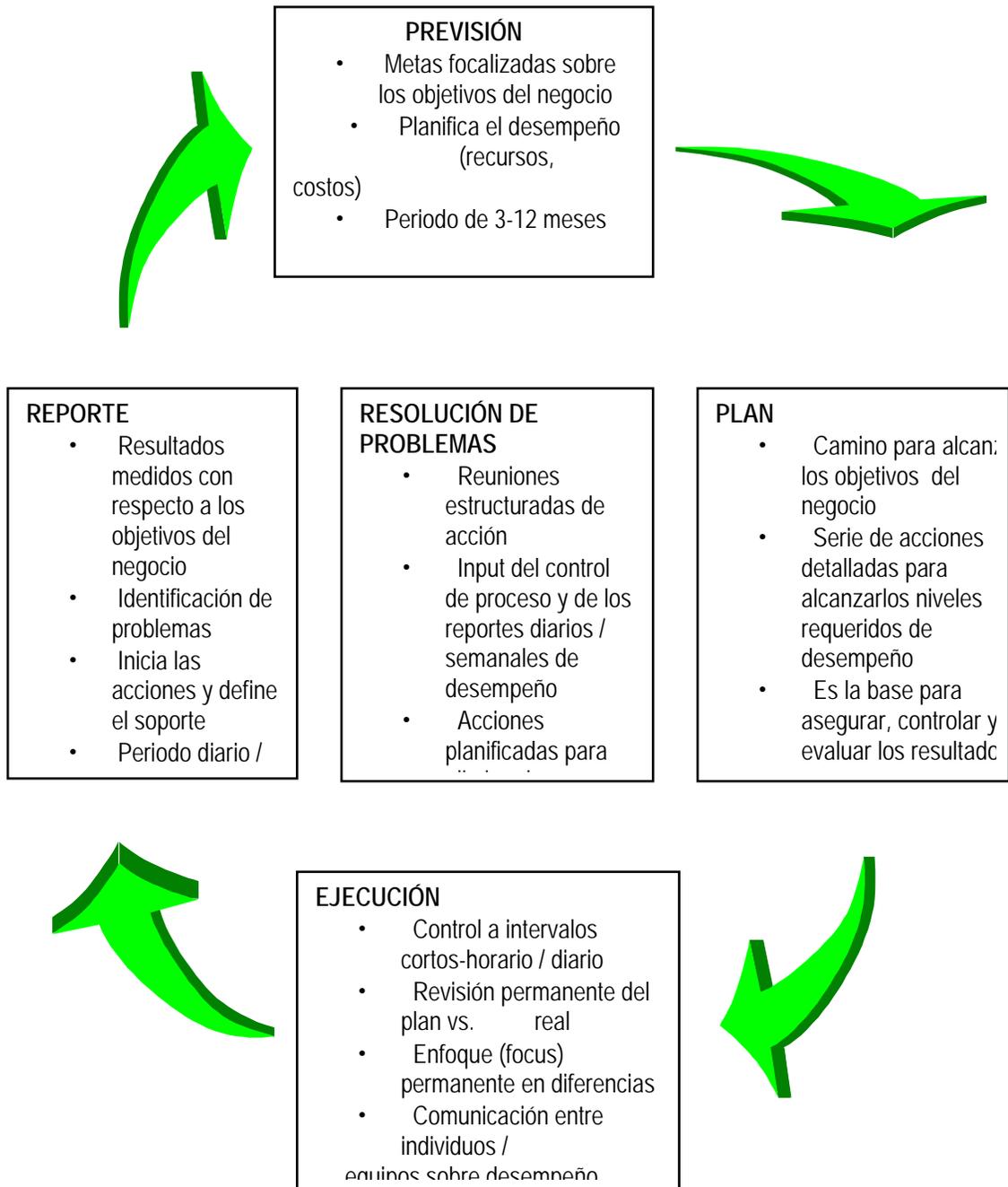


Figura 3. Elementos Básicos de Sistema



1.4 Descripción de la pirámide MAC

La pirámide es un instrumento de información y guía que muestra la estructura organizacional de los elementos del proyecto MAC, ya que es un requerimiento para obtener un mantenimiento de clase mundial en la empresa.

Visión de MAC

Optimizar la tasa de rendimiento total (TRT) con un costo de mantenimiento mas bajo en forma sostenible.

Misión de MAC

Implementar un núcleo estandarizado de sistemas, técnicas, herramientas y prácticas de mantenimiento.

1.5 Análisis F.O.D.A

FORTALEZAS:

- En el departamento de mantenimiento se cuenta con un programa de gestión de mantenimiento para cemento (MAC), que ha implementado Holcim socio internacional de Cementos Progreso S.A, creando una filosofía específica de gestión de mantenimiento, logrando con esto una TRT (tasa de rendimiento total = disponibilidad del equipo de planta x rendimiento del mismo x calidad del producto) .
- Se logran costos de mantenimiento bajos, cuando se lleva a cabo todas las especificaciones que holcim propone cuando se tiene este tipo de gestión de mantenimiento.

OPORTUNIDADES:

- Se tiene la oportunidad, teniendo este tipo de mantenimiento lograr que la planta sea mas eficiente, en lo que se refiere a reducción de tiempo, fallas, paros imprevistos y por consecuencia en la minimización de costos.
- Lograr por medio de este tipo de mantenimiento que el producto sea de alta calidad, y que el cliente se vea satisfecho a la hora de utilizarlo.

DEBILIDADES:

- En la planta san Miguel de Cementos progreso S.A. no se están alcanzando lo porcentajes requeridos por holcim de la diferentes iniciativas que componen al MAC.
- No logrando estos porcentajes de las iniciativas trazadas, no se alcanzará la TRT que la empresa requiera para su mejor desempeño en alcanzar las metas propuestas.

AMENAZAS:

- Que por medio de la mala o no aplicación de este sistema de gestión de mantenimiento en algunos departamentos de la planta, pueda ser un factor sumamente importante en que la calidad del producto se vea afectada a la hora que el consumidor final la utilice.
- Que el personal responsable en el desempeño de este sistema de gestión de mantenimiento, no cumpla con las especificaciones y requerimientos que holcim requiere para alcanzar los porcentajes de las iniciativas que componen MAC, y que consecuentemente no se alcance la TRT requerida.

1.6 Estrategias

- Se realizará una evaluación al sistema de gestión de mantenimiento MAC para verificar la instalación y su uso.
- Con esta evaluación se verificará en que áreas y que iniciativas de la pirámide no se están alcanzando los requerimientos establecidos.

- Para realizar esta evaluación se utilizarán formatos que Holcim utiliza para realizar auditorías, solicitando en cada evaluación la evidencia necesaria que respalde cada pregunta.
- Se verificará también en el campo los trabajos que se realicen según los requerimientos que el formato de evaluación establece para obtener la información requerida.
- Con la información obtenida de las auditorías se detectarán las amenazas y debilidades que tiene cada departamento en lo que respecta a su sistema de gestión de mantenimiento.
- Después de esto, se realizará un plan de acciones preventivas para corregir los problemas encontrados en cada área evaluada, y se presentará a Gerencia de mantenimiento para que ellos le den seguimiento al proyecto realizando un plan de acciones correctivas.

1.7 Descripción de las diferentes iniciativas que componen la pirámide MAC

1.7.1 Seguimiento de intervalos cortos (SIC)

Descripción

Monitoreo y control regular de un proceso o una actividad.

La frecuencia del SIC tiene que reflejar el lapso de control que un individuo tiene para influenciar el proceso o la actividad.

Objetivo

Identificar problemas a tiempo y prevenir su incremento.

Ejemplo

Actividades de mantenimiento (retroalimentación de O.T.)

Desempeño de la operación. (hoja de control COP).

1.7.2 Matriz de habilidades de los recursos

Descripción

Matriz que identifica la competencia de las personas que realizan actividades de mantenimiento.

Objetivo

Identificar la base de habilidades, diferencias y necesidades de capacitación para un individuo o un grupo de personas para optimizar la flexibilidad en las habilidades que pueden realizar.

Ejemplos

Historial de capacitación de Recursos Humanos.

1.7.3 Habilidades Multifuncionales

Descripción

Capacitación de todos los operarios en las funciones principales de mantenimiento, sean los operarios de proceso o los especialistas de mantenimiento, o entre diferentes departamentos

Nota: Habilidades Multifuncionales no significa que uno lo tiene que hacer todo.

Definición

En la práctica el personal de mantenimiento no puede contestar a todas las preguntas por si mismos. Esto es porque muchas (si no la mayoría) de las contestaciones solo puede proporcionarlas el personal operativo o el de producción. Lo cual se refiere a las preguntas que conciernen al

funcionamiento deseado, los efectos de los fallos y las consecuencias de los mismos.

Por esta razón, una revisión de los requisitos del mantenimiento de cualquier equipo debería hacerse por equipos de trabajo reducidos que incluyan por lo menos una persona de la función del mantenimiento y otra de la producción. La antigüedad de los miembros del grupo es menos importante que el hecho de que deben tener un amplio conocimiento de los equipos que se están estudiando.

Objetivo

Maximizar la utilización del personal.

Requerimiento básico para un mantenimiento autónomo.

Ejemplo

Los conductores de camiones en la cantera hacen sus propios cambios de aceite.

Personal de Producción ejecuta inspecciones diarias.

1.7.4 Equipos de trabajo por área

Descripción

Las personas responsables de mantenimiento y proceso trabajan conjuntamente para la operación, mantenimiento y las mejoras de todos los equipos de un área, apoyados por especialistas (asesores) cuando sea requerido.

Objetivo

Crear una apropiación del proceso y asegurar mejoras continuas.

1.7.5 Equipo de proceso de mantenimiento

Descripción

Un equipo multifuncional que reemplaza equipos de mantenimiento de varias especialidades y de operarios de procesos.

“Todos somos operadores con habilidades de mantenimiento y producción”.

Objetivo

Minimizar el costo de mantenimiento y maximizar la flexibilidad.

Figura 5. Equipo de Proceso de Mantenimiento



1.7.6 Mantenimiento Autónomo

Descripción

Son las tareas de alta frecuencia que se pueden realizar de forma rutinaria por el operario, fuera del control del sistema de planificación.

Utilizando a menudo una hoja de chequeo o cuando no es necesario, decirle al operario lo que tiene que hacer.

Depende del cambio del comportamiento y apropiación del proceso

Objetivo

Desarrollar y simplificar tareas de mantenimiento.

Ejemplos:

Lubricación sencilla, limpieza para identificar contaminación de aceites, revisar marca de la varilla de aceite.

1.7.7 FMEA/RCM

FMEA: Análisis de causa y efecto de fallas.

FMEA: Método que permite analizar las causas y efectos por las cuales los equipos fallan o pueden llegar a fallar y además que debemos hacer para prevenir, evitar, o aceptar estos efectos desde el punto de vista de las pérdidas y riesgos que representan.

FMEA herramienta de MAC de la filosofía:

RBM: Mantenimiento basado en riesgo

RCM: Mantenimiento basado sobre la fiabilidad

Como surgió FMEA?

El método de análisis FMEA se desarrolló en la industria de la aviación, en base a sus necesidades específicas de fiabilidad; porque si una aeronave falla las consecuencias pueden ser catastróficas.

Se necesitaba conocer:

- Que tipos de problemas podían presentarse
- Que tan probable era que se presentarán
- Que consecuencias tendrían

Establecidos los puntos mencionados, era necesario determinar que acciones tomar en cada problema, para prevenir o disminuir sus efectos llevándolos a niveles de gravedad aceptable.

DE QUE MODO EL METODO FMEA DETERMINA LAS CAUSAS DE LAS FALLAS?

Por medio del historial del equipo tomando en cuenta:

Fallas reportadas de reuniones diarias, las presentadas en reunión de paretos y otras del departamento de predictivos.

Además del archivo de las fallas pasadas y algo muy importante la experiencia y el conocimiento de las personas en el equipo a evaluar. Todo esto con el único objetivo de encontrar la raíz de la causa y a la vez las soluciones necesarias para evitar que se repita la falla.

Figura 6. Herramienta de MAC que nos ayuda aumentar la TRT



A qué equipos se debe aplicar FMEA

Se toman en cuenta dos criterios:

1. Que el equipo sea crítico; es decir que equipos al fallar no pueden ser sustituidos o reparados inmediatamente o afectan en forma directa el funcionamiento de otros equipos, la producción o el medio ambiente y/o la seguridad de las personas.
2. Que el equipo se encuentre en el rango de no aceptable en el perfil de riesgo; el cual se basa en la cantidad de fallas que puede tener un equipo determinado en un intervalo de tiempo, existiendo un perfil de riesgo para cada área.

Cuándo decidir que se hará FMEA?

- Cuando la falla se encuentre en un rango de no aceptable en el perfil de riesgo.
- Cuando en la reunión semanal de paretos, se determina un equipo problema.
- Cuando en las reuniones diarias de campo se reporta falla de equipo crítico.

Qué se obtiene de un FMEA?

- Documentación De la falla
- listado de compromisos
- Rutinas de inspección
- Planes de mantenimiento preventivo
- Reparaciones y/o modificaciones
- Ingreso de rutinas en SAP
- Aumento de la TRT

RCM: Mantenimiento basado sobre la fiabilidad

Es una metodología utilizada para determinar sistemáticamente, que debe hacerse para asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo requerido por el usuario en el contexto operacional presente. Un aspecto clave de la metodología RCM es reconocer que el mantenimiento asegura que un activo continúe cumpliendo su misión de forma eficiente en el contexto operacional. La definición de este concepto se refiere a cuando el valor del estándar de funcionamiento deseado sea igual, o se encuentre dentro de los límites del estándar de ejecución asociado a su capacidad inherente de diseño o a su confiabilidad inherente de diseño.

Es una filosofía de gestión del mantenimiento en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema.

Esta metodología demanda una revisión sistemática de las funciones que conforman un proceso determinado, sus entradas y salidas, las formas en que pueden dejar de cumplirse tales funciones y sus causas, las consecuencias de los fallos funcionales y las tareas de mantenimiento óptimas para cada situación (preventivo, predictivo, etc.) en función del impacto global.

1.7.8 MTBF / MTTR / MTBCF

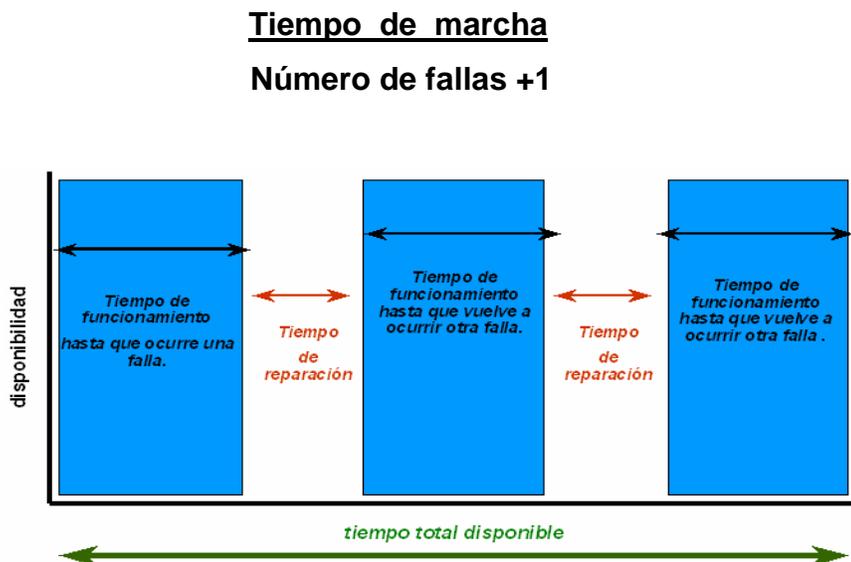
Descripción

Mean Time Between Failure (MTBF)

Indicación del tiempo promedio entre fallas para una pieza del equipo.

MTBF (Horas) (ver la definición de los KPI's)

Figura 7. Gráfica de MTBF

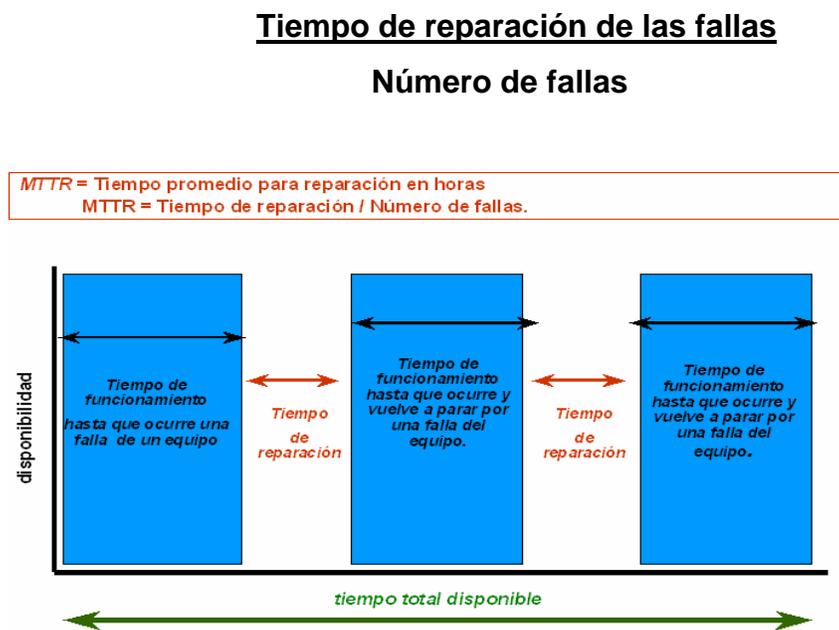


Mean Time To Repair (MTTR)

Indicación de la duración media de parada para una pieza del equipo.

MTTR (Horas) (ver la definición de los KPI's)

Figura 8. Gráfica de MTTR

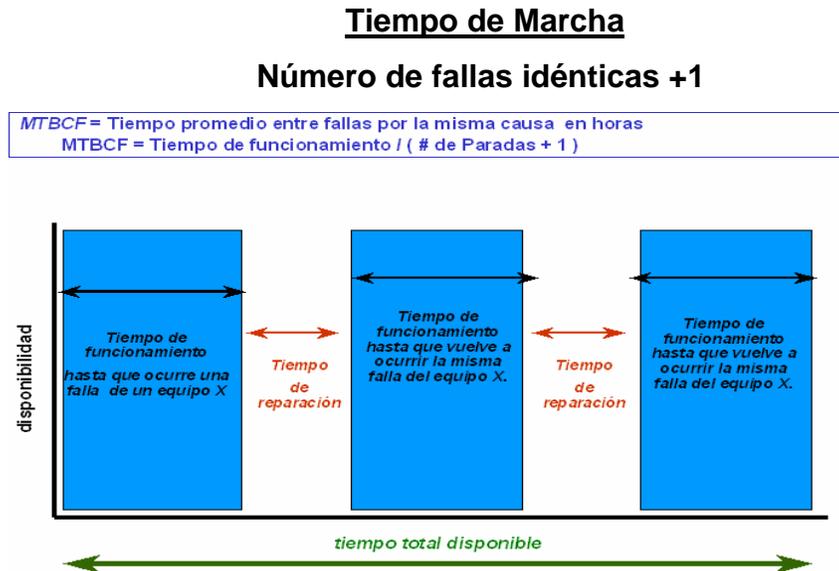


Mean Time Between Causal Failure (MTBCF)

Identificación del tiempo promedio entre fallas con la misma causa.

MTBCF (Horas) (ver la definición de los KPI's)

Figura 9. Gráfica de MTBCF



Objetivo

Medir y evaluar la gestión correcta de la actividad de mantenimiento.

Ejemplo

Enfocar las actividades de mantenimiento en el área del Cuello de Botella.

1.7.9 Estándares y especificaciones

Descripción

Corta descripción estándar de una actividad de mantenimiento planificada o de una rutina que describe:

Lo que hay que hacer

Como se tiene que realizar

El tiempo optimo para realizarlo

Cuantas personas se necesitan

Que habilidad o especialidad se necesita

Los materiales y herramientas necesarios

Los requerimientos de calidad y seguridad.

Corta descripción estándar de la causa de fallo.

Corta descripción estándar de las causas de pérdida de tiempo.

Objetivo

Permitir la identificación del tiempo perdido y proveer las instrucciones claras y consistentes sobre la mejor manera de realizar una tarea.

Ejemplos

Instrucciones para una rutina de inspección o sobre la tensión de un cinturón de seguridad.

1.7.10 Rutinas de mantenimiento planificadas

Descripción

Actividades de rutina diseñadas para minimizar el riesgo de fallas no planeadas incluyendo:

- Paradas de rutina
- Reemplazo con frecuencia fija de los repuestos o equipos

Definición

Mantenimiento caracterizado por una alta frecuencia (baja periodicidad) y corta duración, normalmente efectuada utilizando los sentidos humanos y sin provocar la indisponibilidad de los equipos, con el objetivo de acompañar el desempeño de sus componentes. Inspecciones utilizando técnicas de voso (ver, oír, sentir y oler), lubricación, limpieza, mediciones, inspecciones visuales, temperaturas, chequeo de niveles de lubricantes etc.

Objetivo

Minimizar las paradas no necesarias y aumentar el mantenimiento predictivo reduciendo el nivel de mantenimiento no planificado.

Ejemplo

Cambio de blindaje de molino cemento cada 20,000 hrs. de producción.

1.7.11 Rutinas predictivas y monitoreo de condición**Descripción**

Rutinas de inspección predictiva, Monitoreo de Condición y Mantenimiento basado en la condición, para mantener la condición de los equipos y predecir una falla y realizar las actividades de mantenimiento planificadas.

Definición

Es la medición de las variables de los equipos que se consideran representativas de la condición éstos, comparándolas con patrones establecidos se puede dar un diagnóstico su estado. El objetivo del mantenimiento basado en la condición es detectar fallas, analizar la gravedad e indicar el tiempo máximo que puede funcionar el equipo sin que ocurran eventos catastróficos, evitando de esta manera pérdidas por paros de la producción e incrementos de gastos por mantenimiento. Consiste en evaluar la evolución temporal de ciertos parámetros, y predecir cuando un elemento va a experimentar una condición crítica.

Es importante saber que cada una de las mediciones o inspecciones no deben alterar el funcionamiento de los procesos, estas se pueden realizar de forma periódica o continua dependiendo de las condiciones de cada planta o proceso.

Objetivos del monitoreo condición:

- Vigilancia de maquinas. Indicar cuando existe un problema. Debe distinguir entre condición buena y mala, y si es mala indicarla.
- Protección de maquinas. Evitar fallos catastróficos. Una maquina está protegida, si cuando los valores que indican su condición llegan a valores considerados peligros, la maquina se detiene automáticamente.
- Diagnóstico de fallos. Su objetivo es definir cual es el problema específico.
- Pronóstico de la esperanza de vida. Estimar cuanto tiempo mas podría funcionar la maquina sin riesgo de un fallo catastrófico.

Objetivos

Minimizar el nivel de mantenimiento correctivo.

Optimizar el uso de la vida útil del equipo.

Ejemplos

Análisis de aceite para determinar un cambio

Medición de Vibración para determinar el tiempo optimo de un cambio de un rodamiento.

1.7.12 Mantenimiento basado en riesgo (RBM)

Descripción

Extensión del proceso de RCM para determinar un mantenimiento optimo que se basa en los costos y la fiabilidad de los requerimientos dentro de un entorno cambiante.

Análisis de Riesgo

Las variaciones en si, pueden a su vez, presentarse en varias maneras, lo cual requiere que sean tratadas de formas diferentes. Los procesos por lo tanto, requieren ser controlados con diferentes criterios entre los cuales se pueden destacar:

- Eliminar o reducir el error humano
- Reducir el trabajo y sus costos, que tienden a elevar el costo de los productos y servicios
- Minimizar el consumo de energía
- Reducir el tamaño de las plantas
- Reducir almacenamientos intermedios
- Respetar los reglamentos ambientales
- Alcanzar y/o mantener los resultados deseados
- La mayoría de las estrategias de mantenimiento tienen dos objetivos primordiales:
 - Disminuir los costos de mano de obra, material y contratación.
 - Mejorar la confiabilidad operacional de los equipos o de la gestión de los activos , régimen de funcionamiento y desempeño de la calidad.
- La clave es limitar el problema mediante el estudio de todos los fenómenos observados.

En la mayoría de los equipos el índice de disponibilidad es mayor al de la necesidad de utilización de los equipos. En el caso de que los elevados índices de disponibilidad estén siendo obtenidos a expensas de altas inversiones de recursos y en el caso la confiabilidad operativa no sea crítica, deben ser efectuadas nuevas investigaciones sobre los criterios de mantenimiento utilizados.

Esto como resultado de una confrontación de la disponibilidad de equipos versus necesidad de disponibilidad operacional.

Objetivo

Lograr un costo operacional optimo para el negocio.

Ejemplos

Cuando no hay ventas y el silo esta lleno, porque tener el costo de reparación de una pieza del equipo?

1.7.13 Integración de Proceso / sistema

Descripción

Sistemas desarrollados y utilizados para controlar el proceso de toma de decisiones de mantenimiento. Estos incluyen sistemas expertos, sistemas de reporte de perdidas de rendimiento y de paradas.

Objetivo

Mejorar el rendimiento máximo o predecir el deterioro de la condición de la planta para identificar los requerimientos del mantenimiento.

Ejemplo:

Sistema de mantenimiento computarizado conectado con un "TIS" (Technical Information System) desarrollado completamente.

Figura 10. Formatos para evaluación de MAC

1.7.14 Muestra de formatos existentes para evaluación de sistema de gestión de mantenimiento MAC

HOLDERBANK		Formulario de evaluación de sistemas, técnicas, herramientas y prácticas MAC													
Depto. De Mantenimiento.		MATRIZ DE HABILIDADES DE LOS RECURSOS													
<i>Comprueba la existencia del sistema</i>															
¿Existe una matriz de habilidades del recurso? Si es si, continua...		<table border="1"> <tr> <td>si</td> <td>no</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td></td> </tr> </table>	si	no	x		Total = 10 Posible = 10 100%								
si	no														
x															
<i>Comprueba su uso (EVIDENCIA)</i>															
† Compruebe si la matriz de habilidades es revisada y actualizada. (Revise la matriz y compruebe las últimas revisiones y actualizaciones)	¿Cuántas matrices revisó? ¿Cuántas han sido actualizadas recientemente?	<table border="1"> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>4</td></tr> </table>	4	4											
4															
4															
† Compruebe si la matriz a sido analizada o discutida con el personal individualmente. (Converse con diferentes depts/áreas para ver si ellos discuten la matriz con su personal)	# de depts entrevistados ¿En cuántas de las consultas la matriz ha sido revisada con el personal?	<table border="1"> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>4</td></tr> </table>	4	4											
4															
4															
		Total = 12	100% Posible = 12												
<i>Analiza el elemento / sistema. Compara al estándar cuando sea posible</i>															
† Incluye la matriz de habilidades los siguientes puntos: (Revise en la matriz la siguiente información)	Nivel de habilidades para c/persona Habilidades requeridas por c/persona ¿Se refleja el entrenamiento requerido? ¿Son actualizadas las habilidades como reflejo de nuevas tecnologías?	<table border="1"> <tr> <th># de la muestra</th> <th># con inf</th> </tr> <tr><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td></tr> </table>	# de la muestra	# con inf	4	4	4	4	4	4	4	4			
# de la muestra	# con inf														
4	4														
4	4														
4	4														
4	4														
† Compruebe que todo las unidades de proceso/áreas/depts están incluidos en la matriz de habilidades. (Compruebe que todas las diferentes tipos de labores y habilidades estén incluidas para las diferentes áreas)	# de áreas/units/depts revisadas ¿Cuántos estaban incluidas?	<table border="1"> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>4</td></tr> </table>	4	4											
4															
4															
		Total = 10	100% Posible = 10												
<i>Comprueba el entendimiento</i>															
† Compruebe que el personal esta enterado de la matriz .	# de personas entrevistadas # de personas enteradas de la matriz	<table border="1"> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>4</td></tr> </table>	4	4											
4															
4															
† ¿Son las nuevas habilidades aprendidas después de una capacitación probadas o certificadas en el trabajo?	# de áreas/units/depts entrevistados # de quienes realizaron pruebas en el trabajo de las habilidades adquiridas recientemente.	<table border="1"> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>4</td></tr> </table>	4	4											
4															
4															
		Total = 8	100% Posible = 8												
<i>Recomendaciones y posibles acciones</i>															
Revisa todas las oportunidades, cuestiones, y recomendaciones que encuentres durante la revisión diaria del equipo															
	Instalació 100%	Uso 100%	<table border="1"> <tr> <td>%Total para este elemento=</td> <td>100%</td> <td>Criticidad =</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Ptos.Tot. Posibles =</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Ptos.actuales =</td> <td>40</td> </tr> </table>	%Total para este elemento=	100%	Criticidad =	A			Ptos.Tot. Posibles =	40			Ptos.actuales =	40
%Total para este elemento=	100%	Criticidad =	A												
		Ptos.Tot. Posibles =	40												
		Ptos.actuales =	40												
Pulse aquí si ha terminado															

Comprueba la existencia del sistema

¿Son las RMP una parte de la estrategia del mantenimiento de la planta? (Habla con el personal de mto., revisa la planificación semanal, OMs, etc.)	Si es si, continua...	si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
¿Existe una base de datos que contenga todas las RMPs de la planta? (Pide revisar la base de datos para ver ejemplos específicos de RMPs)		si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
¿Existe un plan o sistema usado para la planificación y seguimiento de la ejecución de RMPs?		si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
	Total = 10 Posible = 10	100%

Comprueba su uso (EVIDENCIA)

✦ ¿Están establecidas RMPs para todos los equipos críticos de la planta? (Por ejemplo: Mira la base de datos de RMP para comprobar las RMP de los equipos críticos)	¿Cuántos equipos críticos revisaste? ¿Cuántos tenían RMPs?	<input type="text" value="5"/> <input type="text" value="5"/>
✦ Comprueba si el plan de RMPs está actualizado y adecuadamente mantenido (Revisa el plan, lista de OMs pendientes, etc., para comprobar RMP atrasadas)	¿Cuántos planes comprobaste? ¿Cuántos se completaron?	<input type="text" value="5"/> <input type="text" value="5"/>
✦ Comprueba si las RMP se editan o revisan frecuentemente (Pregunta si existe un procedimiento formal y comprueba RMPs revisadas)	# de RMP comprobados ¿Cuántas han sido revisadas alguna vez?	<input type="text" value="5"/> <input type="text" value="5"/>
✦ Comprueba si todos los dptos./áreas usan RMPs en sus áreas (nota: Es importante que cada área posea RMPs sobre los equipos críticos)	# de dptos./áreas comprobados ¿Cuántos utilizan rutinas para los equipos críticos de su área?	<input type="text" value="5"/> <input type="text" value="5"/>
	Total = 20 Posible = 20	100%

Analiza el elemento / sistema. Compara al estandar cuando sea posible

✦ Comprueba si las RMPs completadas contienen suficientes detalles, por ejemplo, mediciones anotadas, lecturas, y se transfieren dentro del sistema de historial de equipos (Comprueba algunas RMPs finalizadas y revisa donde se almacena la información (base de datos, etc.))	# de RMP comprobados ¿Cuántos contienen suficientes detalles o se llevan adecuadamente a la base de datos?	<input type="text" value="4"/> <input type="text" value="4"/>
	Total = 5 Posible = 5	100%

Comprueba el entendimiento

✦ ¿Existe un proceso formal para desarrollar nuevas RMPs? (Por ejemplo, el uso de técnicas de análisis de fallos ó equipos de trabajo)	¿A cuántas personas entrevistaste? # de personas que usan técnicas formales o equipos de trabajo en el desarrollo del proceso	<input type="text" value="4"/> <input type="text" value="4"/>
✦ Con la excepción de equipos especializados en garantía, etc... ¿quién crea las RMPs de los equipos?	Mantenimiento propio Mantenimiento contratado	(Elige 1) <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Total = 5 Posible = 5	100%

Recomendaciones y posibles acciones

Revisa todas las oportunidades, cuestiones, y recomendaciones que encuentres durante la revisión diaria del equipo



Instalación 100% Uso 100% %Total para este elemento=

Criticidad =
Ptos. Tot. Pos
Ptos. actuales

Pulse aquí si ha terminado

Comprueba la existencia del sistema

¿Están definidos los estándares y especificaciones para las tareas de mantenimiento? Si es si, continua...

si	no
x	

Total = 5 **100%**
Posible = 5

Comprueba su uso (EVIDENCIA)

Compruebe si los estándares y espícs son utilizados actualmente. (Observe en el campo si se usa y discuta con el personal que los usa.)

¿Cuántas personas entrevistó o # de trabajos que observó en campo? # trabajos en que el estándar fue utilizado o # personas que saben acerca del estándar.

4
4

Compruebe si los estándares han sido desarrollado en todas las áreas de mantenimiento/unidades/depts. (Pregunte por un ejemplo para cada área/unidad/dept.)

de áreas/unidades/depts muestreados # que tiene algún estándar desarrollado para su área

4
4

Compruebe si el estándar y especificaciones es frecuentemente revisado o retroalimentado para modificar y ajustar las especificaciones o tareas (Pregunte por ejemplos de estándares modificados o revisados y programados)

de estándares revisados ¿Cuántos han sido actualizados o retroalimentados?

4
3

Total = 5.5 **92%**
Posible = 6

Analiza el elemento / sistema. Compara al estándar cuando sea posible

Revise si el estándar de trabajo mostrado incluye la siguiente información:

	# de la muestra	# que incluye inform.
Herramientas requeridas	4	4
Listado detallado de repuestos	4	4
Listado del procedimientos de seguridad	4	4
Detalle de las tareas para la ejecución	4	4
Especificaciones en rangos, pasos, etc.	4	4
Mano de obra estimada	4	4
Nivel de habilidades requeridas por tipo de la	4	4

Total = 5 **100%**
Posible = 5

Comprueba el entendimiento

Compruebe si los estándares han sido definidos y desarrollados por frecuencia de ocurrencia y para actividades de mantenimiento de alto costo. (Por ejemplo: Recurrencia de tareas en paros mayores, remplazo de un motor grande /reparación de engranajes)

de trabajos muestreados # de trabajos cubiertos por un estándar

4
4

Total = 4 **100%**
Posible = 4

Recomendaciones y posibles acciones

Revisa todas las oportunidades, cuestiones, y recomendaciones que encuentres durante la revisión diaria del equipo



Instalación 100%
Uso 95%

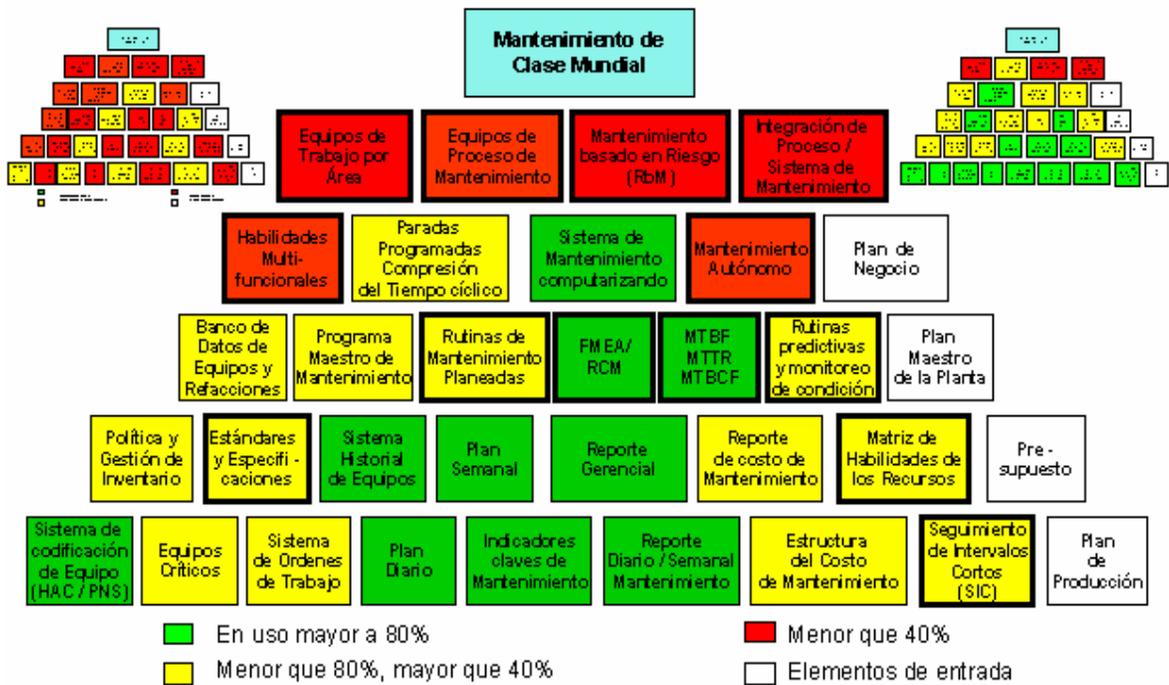
%Total para este elemento=	98%	Criticidad =	C
		Ptos.Tot. Posibles =	20
		Ptos.actuales =	20

Pulse aquí si ha terminado

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

Figura 11. Resultado pirámide auditoría 2000

Pirámide de Mantenimiento - San Miguel



**Auditoría final del proyecto
Septiembre 2000**

2.1 Estado del MAC después de la última auditoría

En Septiembre, 2002 se realizó una Revisión de Sostenibilidad MAC en la planta de San Miguel, Cementos Progresos, S.A.

No se detectaron faltas importantes en cuanto al Sistema MAC, que fue implementado en el año 2000. En base a esto se hizo un análisis enfocado en el horno 3 durante la revisión y se identificó algunos elementos del sistema que no tienen un nivel de instalación y uso adecuado y que al ser arreglados, podrían impactar positivamente en el rendimiento operacional. Para corregir estas desviaciones se ha elaborado un Plan de Acción detallado. Este Plan de Acción se enfoca principalmente sobre las áreas siguientes: Compresión del tiempo de paro del horno (CTC), Matriz de Habilidades (competencia técnica), Rutinas de Mantenimiento Preventivo & Predictivo, SAP, Informe de Pérdidas de Rendimiento, Uso de Indicadores y FMEA.

INSTALACIÓN FRENTE A USO DE LOS ELEMENTOS / SISTEMA

Uno de los enfoques del equipo de la revisión ha sido revisar la instalación y el uso de los elementos del sistema implementados durante el Proyecto MAC. La importancia de identificar qué elementos están actualmente siendo usados es clave para determinar si la Planta están recibiendo los beneficios de los sistemas instalados.

Para determinar esto, el equipo de la revisión ha usado una herramienta estándar en Holcim que es usada en todas las Revisiones de Sostenibilidad MAC. Esta herramienta es un cuestionario donde elementos de la pirámide

MAC y del sistema son contemplados y evaluados en término de instalación y uso. Este cuestionario es cumplimentado basado en las evidencias encontradas en la Planta.

Los elementos que se detectaron con porcentajes de instalación y uso inferior a la media fueron los siguientes:

- Uso de KPI's (75%, 48%)
- Estructura de Costos de Mantenimiento (67%, 55%)
- DWOR (98%, 62%)
- Reuniones Eficaces (81%, 64%)
- Informe de Perdidas Operacionales (68%, 74%)
- Reunión de Revisión Diaria de Operaciones (67%, 50%)
- Rutinas preventivas (64%, 50%)
- RbM (0%, 0%)
- CTC (Paros Mayores) (57%, 39%)

Figura 12. Resultado Pirámide auditoria 2002

PIRAMIDE SAN MIGUEL AUDITORIA 2002

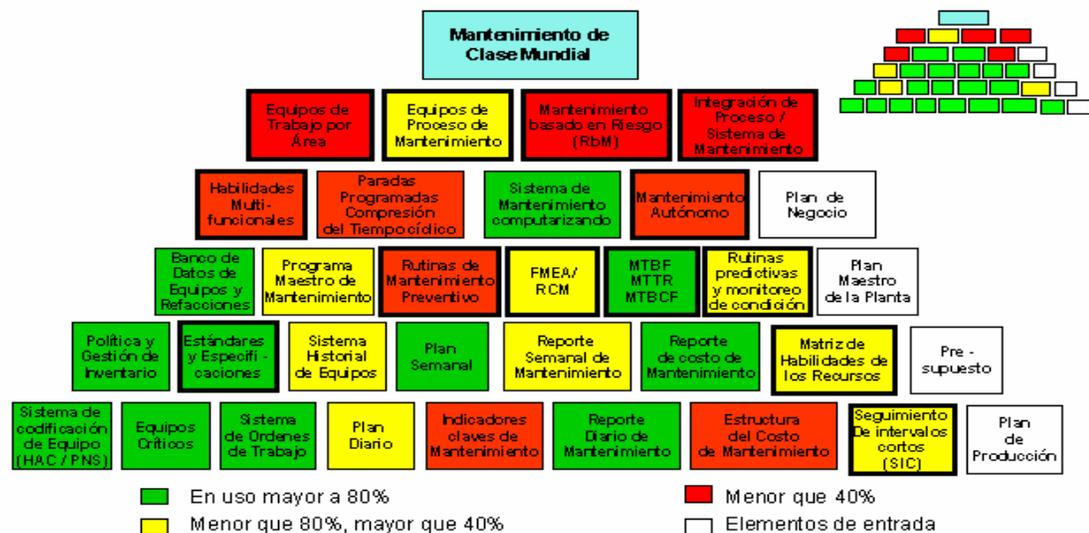


Figura 13. Pirámide Meta San Miguel

PIRAMIDE META SAN MIGUEL



2.1.1 Identificar que brechas existen para alcanzar los porcentajes requeridos por holcim

Este análisis de brechas existentes, se hará en comparación con la última auditoría realizada en el año del 2,002 enfocándose a las iniciativas pertenecientes al área de predictivos. Si observamos el último resultado de la auditoría podemos darnos cuenta que las iniciativas de este plan de acción se enfoca principalmente sobre las áreas siguientes: Compresión del tiempo de paro del horno (CTC), Matriz de Habilidades (competencia técnica), Rutinas de Mantenimiento Preventivo & Predictivo, SAP, Informe de Pérdidas de Rendimiento, Uso de Indicadores y FMEA.

2.1.2 Metodología a utilizar para alcanzar los porcentajes requeridos

La metodología a utilizar en este proyecto se hará en base a propuestas de acciones preventivas, según los requerimientos de la norma ISO 9001:2000, luego en base a dichas propuestas se tomarán acciones correctivas, pero a diferencia de las preventivas estas decisiones las tomarán el superintendente mecánico y Gerente de planta.

2.2 Revisión de los formatos para la evaluación de MAC

Después de haber revisado los formatos de evaluación de la pirámide MAC tanto como el que establece Holcim, como el que establece Gerencia de planta se llegó a la conclusión, de utilizar los formatos de Holcim aún sabiendo que éste no fuera una auditoría externa, pero era el que más se adecuaba al proyecto por las áreas que se iban auditar, tomando como referencia la última auditoría.

2.3 Requerimientos de ISO 9001:2000 para realizar auditorías

- Entrenar a un grupo de auditores internos, al menos uno de cada área
- Desarrollar un programa de auditorías, asignando una mayor frecuencia de auditorías hasta que se obtengan resultados adecuados.
- Definir la documentación necesaria para llevar el control del proceso de auditoría: programa de auditorías, plan de auditoría, lista de verificación, informe de auditoría.

- Establezca la liga con el procedimiento de acciones preventivas y correctivas para las actividades de seguimiento.
- La gerencia o dirección es la instancia responsable directa de la implementación de un sistema de aseguramiento de calidad.
- Las auditorías internas representan una gran ayuda para proveer información a gerencia concerniente a la implementación efectiva del sistema a evaluar.
- La auditoría debe ser correctamente conducida para proveer a la gerencia con información actual y fidedigna para tomar decisiones adecuadas a la situación actual del sistema a evaluar, evitando así las ideas preconcebidas y desviaciones en el reporte de las operaciones y actividades, adicionalmente, promueve la comunicación entre los diversos niveles dentro de la organización.
- Las auditorías deben ser conducidas por personal calificado e independiente al área auditada. Los resultados de estas auditorías deben ser registrados y reportados a la gerencia.
- Las auditorías deben ser programadas en función del estado e importancia de la actividad a ser auditada y deben ser llevadas a cabo por personal independiente de aquellos con responsabilidad directa en la actividad auditada.

El propósito de las auditorías es verificar por medio del examen y evaluación de evidencia objetiva, que los controles gerenciales han sido definidos y documentados y están implementados efectivamente.

2.4 Realización de auditorías en áreas de hornos y cemento

2.4.1 Procedimiento para realizar auditorías en áreas respectivas

El procedimiento en como se llevarán a cabo las auditorías se harán de la siguiente manera:

- Se definirán las áreas de proceso que van a ser auditadas, que en este proyecto se tomarán el de hornos y cemento.
- Se realizarán horarios para auditorías, y éstas serán entregadas al departamento correspondiente y estos a su vez mandarían avisos a las diferentes personas que se va auditar.
- En las auditorías se estarán haciendo preguntas según el formato que presenta holcim, se revisarán documentos, base de datos, esto para utilizarlo como evidencia de todo lo que se solicite.
- En el campo se estarán entrevistando personal de mantenimiento de las diferentes áreas, revisión de equipos y la forma en que ellos realizan las rutinas y mantenimiento respectivo.

2.4.2 Manejo de información recopilada

Después de haber realizado las auditorías en las áreas correspondientes, el tipo de información recopilada serán tabulados e ingresados en la hoja de evaluación que presenta holcim, donde se verificará como están las diferentes

iniciativas que componen la pirámide MAC. Los documentos que se revisen y se soliciten serán utilizados como evidencia y para dar respaldo al resultado que se obtenga de dicho proyecto.

2.5. Informe final de auditoría de pirámide MAC

2.5.1. Resumen

Del 23 de mayo al 17 de junio de 2,005 se realizaron auditorías en planta San Miguel de Cementos Progreso, al sistema de gestión de mantenimiento MAC que se utiliza en dicha empresa, en las áreas de horno y Molinos de Cemento, con el objetivo de identificar posibles problemas en la utilización de dicho sistema, que pueden producir efectos en el buen desempeño de los equipos en áreas respectivas.

Para ello se utilizaron formatos de evaluación que holcim socio internacional de cementos progreso utiliza para la verificación de Sostenibilidad, para las diferentes iniciativas que componen la pirámide MAC ; para que luego indicar en que área e iniciativas se tienen que mejorar para alcanzar los porcentajes que holcim estandariza para estar en el rango de aceptable. Para esto se tiene contemplado un plan de acciones preventivas según los requerimientos de la norma ISO 9001:2000 para corregir problemas encontrados a la hora de realizar auditorías.

Luego será presentado informe final a Gerencia de Mantenimiento para que se analizada y que por su parte se realice un plan de acciones correctivas o medidas que se tomen para corregir problemas encontrados en diferentes áreas evaluadas en revisión de Sostenibilidad MAC.

2.5.2 Introducción

Del 23 de mayo al 17 de junio del 2005 se desarrollo un proyecto de evaluación al sistema de gestión de mantenimiento MAC en planta San Miguel de Cementos Progreso S.A., después de la implementación de dicho sistema en el año 2000. Esto con el objetivo de visualizar como está el uso respecto a la instalación.

La primera auditoría fue realizada en el 2000, se lograba visualizar que pese a que llevaba poco tiempo de su implementación, se estaba utilizando ya algunas iniciativas de la pirámide en un rango porcentual aceptable según como lo establece holcim, pero aún no se había alcanzado la pirámide meta que se tenía y se tiene como objetivo.

En la segunda auditoría se puede ver un cambio mas favorable respecto a su instalación y uso, pero tampoco se habían alcanzado los objetivos trazados que la empresa pretendía para el beneficio del mantenimiento de la planta. En esta evaluación se puede observar que la instalación en la mayoría de las iniciativas había mejorado notablemente en contraste con el uso que algunas el porcentaje estaba en el rango de no aceptable.

A raíz de esto se ha solicitado nuevamente realizar un nueva auditoría en las áreas de hornos y cemento efectuando evaluaciones a superintendentes, jefes, planificadores de mantenimiento, asistentes administrativos, y técnicos ejecutores; solicitando documentos que manejen, revisión en la base de datos, entrevistas con personal, inspecciones en el campo a la hora de realizar tareas de mantenimiento y preguntas que hay en formato que holcim utiliza para realizar auditorías; todo esto servirá como evidencia de que se están o no

realizando responsabilidades que a ellos corresponda conforme a los requerimientos del sistema de gestión de mantenimiento.

Luego, de la información recopilada será analizada, luego tabulada en los formatos establecidos para poder visualizar como se encuentran las diferentes iniciativas que componen la pirámide, y a raíz de esto poder identificar dificultades o falta de uso de este sistema para que luego se presente un plan de acciones preventivas según los requerimientos de la norma ISO 9001:2000 para poder realizar cambios respectivos y así poder alcanzar los estándares que se necesitan para llegar a la pirámide meta.

Este informe será presentado a Gerencia de mantenimiento para que se analizada, y que por medio de ellos se realice un plan de implementación o de acciones correctivas para darle seguimiento a las propuestas presentadas. Dichas propuestas serán descritas a continuación en el presente informe donde se analizará cada iniciativa y verificar su instalación y el uso que se tenga después de realizar la evaluación.

2.5.3. Resultado de auditoría en áreas de horno y cemento

2.5.3.1. Área de hornos

Equipos de trabajo por área  (0%, 0%)

Hasta el momento esta iniciativa, no esta implementada en la empresa ya que cada departamento de mantenimiento (mecánico, eléctrico, predictivo etc), trabajan en el área que les corresponde.

Equipos de Proceso de Mantenimiento  (0%, 0%)

Esta iniciativa no está implementada, pero cabe mencionar que los departamentos de mantenimiento y producción, trabajan en la actualidad realizando sus actividades y tareas correspondientes a su departamento.

Mantenimiento basado en riesgo (rbm)  (0%, 0%)

Este tipo de mantenimiento en la empresa no se ha alcanzado todavía ya que antes hay que optimizar las iniciativas que le anteceden en la pirámide MAC.

Habilidades multifuncionales  (0%, 0%)

No está implementada, pero en algunas ocasiones a pesar que cada departamento tiene sus funciones y obligaciones, hay personal capacitado para realizar algunas actividades de mantenimiento en otras áreas que no le corresponde en caso de emergencia.

Mantenimiento Autónomo  (0%, 0%)

Esta iniciativa similar que otras se refiere al mantenimiento que debe realizar no sólo el departamento de mantenimiento sino también incluir a personal de producción a que realicen algunas inspecciones de mantenimiento, también no está implementada pero por el tipo de proceso que se realiza en la empresa, que en su mayoría está automatizado y por lo general no existe personal que este maniobrando una maquinaria todo el día, para que el mismo realice algunas inspecciones o rutinas de mantenimiento.

Administración de Almacén y Materiales  (75%, 74%, 56%)

Recomendaciones

- Se debe contratar a personal específico de mantenimiento por parte de almacén, para que realice mantenimiento preventivo a los repuestos almacenados, que en la actualidad no se están realizando y que a causa de esto ha habido repuestos que ya no han sido utilizables, lo que implica un alza en el costo de mantenimiento. Este mantenimiento básicamente consiste en lubricación de las partes de los repuestos, limpieza, giro de motores, filtros protegidos contra polvo, o lo que indique el manual del fabricante.
- Los repuestos críticos en su mayoría no están debidamente almacenados, a causa que no se tiene suficiente espacio para poder clasificarlos, ya que algunos repuestos quedan en la intemperie, y esto produce averías en los repuestos, y que a la hora que sean solicitados no se encuentren en condiciones para ser utilizados.
- No se tiene una buena identificación para materiales obsoletos, usados, utilizables etc, esto debido al tamaño de alguno de ellos y al espacio que se tiene disponible.

Seguimiento a Intervalos Cortos (SIC)  (100%,80%,80%)

Esta iniciativa en el área de hornos no se utiliza los formatos u hojas que holcim establece para monitorear actividades de mantenimiento , ya que en la

empresa se utilizan formatos distintos que se generan a través del plan diario de mantenimiento, en base a las ordenes de trabajo y de los avisos.

Estándares y Especificaciones



(100%, 80%, 80%)

Esta iniciativa está instalada, y se utiliza de manera correcta en esta área de hornos, ya que a la hora de realizar una tarea, una rutina, o una inspección, los técnicos ejecutores en su orden de trabajo tienen contemplado lo que tienen que realizar, como realizarlo, equipo de seguridad a llevar, el tiempo óptimo estimado, cantidad de personas, habilidad necesaria etc., esto para cumplir con el estándar y especificación que es generado para determinada tarea, esto con el objetivo de la identificación del tiempo perdido y proveer las instrucciones claras y consistentes sobre la mejor manera de realizar una tarea.

Cabe mencionar algunas recomendaciones sobre los estándares y especificaciones a pesar que se encuentra en el rango porcentual de aceptable, esto para poder optimizarlo mejor.

- Debe revisarse frecuentemente o retroalimentarse el estándar para modificarlo y ajustarlo, esto para proveer la identificación del tiempo perdido, y dar instrucciones claras y consistentes sobre la mejor manera de realizar una tarea.

- Los estándares deben estar definidos y desarrollados a la hora de realizar mantenimiento a equipos que frecuentemente fallan y que son de alto costo, esto para lograr la optimización de tiempo y así poder disminuir el costo de mantenimiento.

Matriz de Habilidades de los Recursos  (100%, 73%, 73%)

Para esta iniciativa en la identificación de la base de habilidades, diferencias y necesidades de capacitación, esto para lograr optimizar la flexibilidad en las habilidades que puede realizar una o un grupo de personas, el análisis que le corresponde es que en ocasiones no se discute con el personal las capacitaciones que ellos creen que necesiten para poder desenvolverse mejor a la hora de realizar un mantenimiento. También a la hora de ser aprendida una nueva habilidad después de una capacitación, no siempre son comprobadas si fueron o no aprendidas las capacitaciones dadas al personal, especialmente en lo que se refiere al área de campo.

Rutinas Predictivas y CBM (monitoreo basado en la condición)  (100%, 87%, 87%)

Mantenimiento basado en la condición, para mantener la condición de los equipos para predecir una falla y realizar actividades de mantenimiento planificadas, el análisis para esta iniciativa que como podemos observar se encuentra instalado y se está utilizando de forma adecuada, ya que existe un departamento específico para realizar dichas actividades, que es el departamento de predictivos.

- Cabe mencionar que los resultados que se tengan de las rutinas que se realicen deben ser analizadas y discutidas con el personal del departamento, para obtener mejor información y así realizar mejores procedimientos para darle mantenimiento a un equipo o generar avisos.

- Actualmente se abarca el 80% de los equipos de la planta, comparado con la auditoria que se realizo en el 2002 que aproximadamente se abarcaba en un 50%, entonces hay un 20% de los equipos que todavía no se les realizan rutinas predictivas y CBM, pero estos equipos son de criticidad C.

RCM / FMEA



(82%, 92%, 75%)

Este método que nos permite analizar las causas y efectos por las cuales los equipos fallan o pueden llegar a fallar y además que debemos hacer para prevenir, evitar, o aceptar estos efectos desde el punto de vista de las pérdidas y riesgos que representan, su análisis corresponde que a pesar que ha mejorado después de la última auditoría hay ciertas recomendaciones que se deben tomar para lograr su mayor instalación y uso, teniendo con eso mejor control de los equipos en esta área, tomando en cuenta que se debe realizar este estudio a los equipos que sean críticos o que se encuentren en el rango de no aceptable en el la hoja de perfil de riesgo.

- Incluir también a personal técnico a la hora de realizar estudios de FMEA, teniendo ellos así mejor conocimiento de los equipos a los cuales se les está haciendo el estudio.
- En lo que se refiere a la metodología de RCM que es el mantenimiento basado sobre la fiabilidad que nos indica que debe de hacerse para asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo

requerido, debe de tratar de implementarse ya que aún no se está llevando en dicho departamento de predictivos.

Rutinas de Mantenimiento Preventivo  (100%, 76%, 76%)

Mantenimiento Caracterizado por una alta frecuencia y corta duración, normalmente efectuada utilizando los sentidos humanos y sin provocar la indisponibilidad de los equipos, con el objetivo de acompañar el desempeño de sus componentes, analizando esta iniciativa se pudo observar que la instalación está en un nivel alto, sin embargo en el uso se tiene que mejorar ciertos detalles que se mencionan a continuación:

- Se deben revisar o editar frecuentemente las pmr's para verificar se es necesario realizar cambios para el buen desempeño del mantenimiento.
- Se deben tener procedimientos formales para desarrollar nuevas pmr's como el uso de técnicas de análisis de fallo o equipos de trabajo para optimizar el mantenimiento preventivo y disminuir el mantenimiento correctivo.

MTBF/ MTTR MTBCF  (100%, 80%, 80%)

Actualmente se están realizando mediciones y evaluaciones para realizar de forma correcta de mantenimiento, siguiéndole el historial de equipo por cada área, identificando el tiempo promedio de fallas para una pieza del equipo, indicación de la duración media de parada para una pieza , y del tiempo promedio entre fallas con la misma causa, esto para obtener mejor información de cómo se comportan las diferentes piezas de los equipos que existen en la

áreas, pudiendo de esta manera identificar con mayor facilidad las fallas y el buen desempeño en las actividades de mantenimiento.

2.5.3.2. Área de cemento

Para el análisis de esta área, cabe mencionar que algunas iniciativas que se analizaron en el área de hornos, tienen similitud en los resultados en esta área, esto debido a que las iniciativas de la pirámide son utilizadas en las diferentes áreas de proceso.

Equipos de trabajo por área  (0%,0%,)

Hasta el momento esta iniciativa, no esta implementada en la empresa ya que cada departamento de mantenimiento (mecánico, eléctrico, predictivo etc), trabajan en el área que les corresponde.

Equipos de Proceso de Mantenimiento  (0%, 0%)

Esta iniciativa tampoco está implementada, pero cabe mencionar que los departamentos de mantenimiento y producción, trabajan en la actualidad realizando sus actividades y tareas correspondientes a su departamento.

Mantenimiento basado en riesgo (rbm)  (0%0%)

Este tipo de mantenimiento en la empresa no se ha alcanzado todavía ya que antes hay que optimizar las iniciativas que le anteceden en la pirámide MAC.

Habilidades multifuncionales

(0%, 0%)

No está implementada, pero en algunas ocasiones a pesar que cada departamento tiene sus funciones y obligaciones, hay personal capacitado para realizar algunas actividades de mantenimiento en otras áreas que no le corresponde en caso de emergencia.

Mantenimiento Autónomo

(0%, 0%)

Está iniciativa similar que otras se refiere al mantenimiento que debe realizar no sólo el departamento de mantenimiento sino también incluir a personal de producción a que realicen algunas inspecciones de mantenimiento, también no está implementada pero por el tipo de proceso que se realiza en la empresa, que en su mayoría está automatizado y por lo general no existe personal que este maniobrando una maquinaria todo el día, para que el mismo realice algunas inspecciones o rutinas de mantenimiento.

Administración de Almacén y Materiales

(75%, 74%, 56%)

Recomendaciones

- Se debe contratar a personal específico de mantenimiento por parte de almacén, para que realice mantenimiento preventivo a los repuestos almacenados, que en la actualidad no se están realizando y que a causa de esto ha habido repuestos que ya no han sido utilizables, lo que implica un alza en el costo de mantenimiento. Este mantenimiento básicamente consiste en lubricación de las partes de los repuestos,

limpieza, giro de motores, filtros protegidos contra polvo, o lo que indique el manual del fabricante.

- Los repuestos críticos en su mayoría no están debidamente almacenados, a causa que no se tiene suficiente espacio para poder clasificarlos, ya que algunos repuestos quedan en la intemperie, y esto produce averías en los repuestos, y que a la hora que sean solicitados no se encuentren en condiciones para ser utilizados.
- No se tiene una buena identificación para materiales obsoletos, usados, utilizables etc, esto debido al tamaño de alguno de ellos y al espacio que se tiene disponible.

Seguimiento a Intervalos Cortos (SIC)  (100%,80%,80%)

Esta iniciativa también en el área de Cemento no se llevan, viéndolo desde el punto de vista de los requerimientos de los formatos de holcim, pero ellos para monitorear o darle seguimiento a alguna actividad de mantenimiento lo realizan en base a experiencia o tomando como referencia el plan diario de mantenimiento, por medio de las órdenes de trabajo y de los avisos que se generan diariamente.

Asegurando así el buen desempeño del área y mencionar que han llevado el control de actividades de mantenimiento, obteniendo resultados deseables.

Estándares y Especificaciones  (100%, 83%, 83%)

Esta iniciativa igual al de hornos está instalada, y se utiliza de manera correcta en esta área de cemento, ya que a la hora de realizar una tarea, una rutina, o una inspección, los técnicos ejecutores en su orden de trabajo tienen

contemplado lo que tienen que realizar, como realizarlo, equipo de seguridad a llevar, el tiempo óptimo estimado, cantidad de personas, habilidad necesaria etc., esto para cumplir con el estándar y especificación que es generado para determinada tarea, esto con el objetivo de la identificación del tiempo perdido y proveer las instrucciones claras y consistentes sobre la mejor manera de realizar una tarea.

Cabe mencionar algunas recomendaciones sobre los estándares y especificaciones a pesar que se encuentra en el rango porcentual de aceptable, esto para poder optimizarlo mejor.

- Debe revisarse frecuentemente o retroalimentado el estándar para modificarlo y ajustarlo, esto para proveer la identificación del tiempo perdido, y dar instrucciones claras y consistentes sobre la mejor manera de realizar una tarea.
- Los estándares deben estar definidos y desarrollados a la hora de realizar mantenimiento a equipos que frecuentemente fallan y que son de alto costo, esto para lograr la optimización de tiempo y así poder disminuir el costo de mantenimiento.

Matriz de Habilidades de los Recursos  (100%, 75%, 75%)

Para esta iniciativa en la identificación de la base de habilidades, diferencias y necesidades de capacitación en el área de cemento , para lograr optimizar la flexibilidad en las habilidades que puede realizar una o un grupo de personas, el análisis que le corresponde es que en ocasiones no se discute con el personal las capacitaciones que ellos creen que necesiten para poder desenvolverse mejor a la hora de realizar un mantenimiento. También a la

hora de ser aprendida una nueva habilidad después de una capacitación, no siempre son comprobadas si fueron o no aprendidas las capacitaciones dadas al personal, especialmente en lo que se refiere al área de campo. Se deben tomar las siguientes recomendaciones para optimizar mas aún esta iniciativa.

- Informar y plantear a personal, como técnicos de mantenimiento que capacitaciones se le tiene previsto en el futuro, para que ellos lo revisen e informen que necesitan para complementar su aprendizaje según el trabajo que desempeñen.
- Después de una habilidad aprendida o una capacitación recibida, ir a comprobar en el campo como fue asimilada la nueva habilidad por el personal.

Rutinas Predictivas y CBM (monitoreo basado en la condición)

 (100%, 83%, 83%)

En esta área de cemento similar al área de hornos, el Mantenimiento basado en la condición, para mantener la condición de los equipos para predecir una falla y realizar actividades de mantenimiento planificadas, el análisis para esta iniciativa que como podemos observar se encuentra instalado y se está utilizando de forma adecuada, ya que existe un departamento específico para realizar dichas actividades, que es el departamento de predictivos.

- Cabe mencionar que los resultados que se tengan de las rutinas que se realicen deben ser analizadas y discutidas con el personal del departamento, para obtener mejor información y así realizar mejores procedimientos para darle mantenimiento a un equipo o generar avisos.

- Lograr que se abarquen en las diferentes áreas de la empresa, las rutinas predictivas para tener un mejor control de los equipos de la planta en especial lo equipos críticos y así tener un mejor desempeño a la hora de realizar mantenimiento.

RCM / FMEA



(82%, 87%, 71%)

En el área de cemento este, método que nos permite analizar las causas y efectos por las cuales los equipos fallan o pueden llegar a fallar y además que debemos hacer para prevenir, evitar, o aceptar estos efectos desde el punto de vista de las pérdidas y riesgos que representan, su análisis corresponde que a pesar que ha mejorado después de la última auditoría hay ciertas recomendaciones que se deben tomar para lograr su mayor instalación y uso, teniendo con eso mejor control de los equipos en esta área, tomando en cuenta que se debe realizar este estudio a los equipos que sean críticos o que se encuentren en el rango de no aceptable en el la hoja de perfil de riesgo.

- Incluir también a personal técnico a la hora de realizar estudios de FMEA, teniendo ellos así mejor conocimiento de los equipos a los cuales se les está haciendo el estudio.
- En lo que se refiere a la metodología de RCM que es el mantenimiento basado sobre la fiabilidad que nos indica que debe de hacerse para asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo requerido, debe de tratar de implementarse ya que aún no se está llevando en dicho departamento de predictivos.

Rutinas de Mantenimiento Preventivo  (84%, 50%, 42%)

Mantenimiento Caracterizado por una alta frecuencia y corta duración, normalmente efectuada utilizando los sentidos humanos y sin provocar la indisponibilidad de los equipos, con el objetivo de acompañar el desempeño de sus componentes, analizando esta iniciativa en el área de cemento se pudo encontrar que están implementadas las rutinas de mantenimiento preventivo, ya que realizan este tipo de mantenimiento en base a planes, pero no se está utilizando en su totalidad, ya que no se revisan ni se están actualizando, así como no se tiene plan o sistema para el seguimiento de la ejecución de rmp's. Básicamente no tienen implementadas rutas de inspecciones diarias, inspecciones VOSO, aunque ahora ya se están realizando este tipo de rutinas por los mismos requerimientos de este sistema de gestión de mantenimiento. Cabe mencionar que a pesar de esto han podido mantener en condiciones a los diferentes equipos que existen en el área, ya que en esta área por lo regular los molinos se paran una vez por semana, y esto facilita al personal para realizarle su mantenimiento respectivo caso que no sucede en hornos de clinker. Al utilizarse este tipo de rutinas en esta área aún sabiendo que se mantienen en condiciones los equipos se logrará optimizar el mantenimiento preventivo y disminuir el correctivo, llevando un mejor control de los diferentes equipos que existen en el área.

2.5.4. Propuestas de acciones en área de horno y cemento

Figura 14. Propuesta de Acciones

#	Tema	Acción	Responsable
1	Equipos de Trabajo por área	Se debe en el futuro implementar esta iniciativa, para el mejor desempeño del mantenimiento, conforme se vaya optimizando otras iniciativas de la pirámide.	Superintendente de mantto.
2	Equipos de proceso de Mantenimiento	En la actualidad no se está utilizando, antes de ser implementada deben optimizarse iniciativas como habilidades multifuncionales, equipos de trabajo por área, mantenimiento autónomo.	Superintendente de mantto.
3	Mantenimiento basado en Riego (rbm)	También debe implementarse para determinar un mantenimiento óptimo que se basa en los costos y la fiabilidad de los requerimientos de un entorno cambiante. Logrando reducir el trabajo y sus costos, el error humano, mejorar confiabilidad operacional de equipos, etc.	Superintendente de mantto.

4	FMEA	<p>Tratar de incluir también a personal técnico a la hora de realizar estudios de FMEA, teniendo ellos así mejor conocimiento de los equipos a los cuales se les está haciendo el estudio.</p> <p>Implementar también lo que es el mantenimiento basado sobre la fiabilidad (RCM) que sirve para determinar sistemáticamente que los activos físicos continúen haciendo lo requerido.</p>	Jefe de Predictivos
5	Mantenimiento Autónomo	<p>Como por el tipo de proceso no puede llevarse completamente esta iniciativa, sabiendo que en su mayoría el proceso esta automatizado ,verificar en que áreas o departamentos puede ser implementada, cumpliendo así con los requerimientos de MAC.</p> <p>Capacitar a personal de producción en funciones básicas de mantenimiento, para que cuando se requiera realicen ciertas actividades en su área.</p>	Superintendente y Jefe de Mantto

6	Rutinas Predictivas y CBM	<p>Los resultados que se obtengan de las rutinas de inspecciones deben ser analizadas con el personal del departamento.</p> <p>Generar solicitudes de materiales a partir de resultados de rutinas predictivas / PMR'S.</p>	Jefe de Predictivos
7	Administración de Almacén y Materiales	<p>Se debe asignar a personal específico de mantenimiento para que realice mantenimientos preventivo a los repuestos almacenados, como engrase de rodamientos, giro de motores, filtros protegidos contra polvos etc.</p> <p>Ampliar el espacio de almacén a manera de poder clasificar mejor los repuestos según su criticidad , o si son obsoletos, utilizables etc. Con esto se logrará visualizar mejor que repuestos necesitan que se les de mantenimiento, y el espacio suficiente dárselos; así también se tendrá mejor accesibilidad.</p>	Superintendente y Jefe de almacén

8	SIC	<p>Realizar formatos u hojas sic para llevar un mejor monitoreo de las actividades de mantenimiento, cumpliendo así con los requerimientos de la pirámide MAC. Cabe mencionar que ahora para monitorear una actividad de mantenimiento ellos utilizan el plan diario; dándoles los resultados que desean.</p>	<p>Jefe de Mantto de cada área</p>
9	Estándar y especificación	<p>Debe revisarse frecuentemente o retroalimentar el estándar para modificarlo y ajustarlo, esto para proveer la identificación del tiempo perdido, y dar instrucciones claras y consistentes sobre la mejor manera de realizar una tarea.</p>	<p>Jefe de Mantto de cada área.</p>
10	Habilidad Multifuncional	<p>Debe implementarse gradualmente a medida que otras iniciativas como mantenimiento autónomo, equipos de trabajo por área se vayan implementando. Esto se realizará con la ayuda de las capacitaciones que se le den al personal.</p>	<p>Jefe de Mantto de cada área.</p>

11	Rutinas de Mantenimiento Preventivo	<p>Específicamente el área de cemento no se tienen rutinas de mantenimiento, pero ya se están realizando orientado a lo que son inspecciones diarias.</p> <p>Se deben revisar o editar frecuentemente las pmr's para verificar si es necesario realizar cambios para el buen desempeño del mantenimiento.</p>	Jefe de Mantto de cada área.
12	Matriz de habilidades de los recursos	<p>Informar y plantear a personal, como técnicos de mantenimiento que capacitaciones se les tiene previsto en el futuro, para que ellos lo revisen e informen que necesitan para complementar su aprendizaje según el trabajo que desempeñen.</p> <p>Después de una capacitación verificar si la nueva habilidad enseñada es comprendida por el personal, realizando pruebas teóricas y prácticas.</p>	<p>Iván Arango</p> <p>Jefe de Mantto de cada área.</p>

2.5.5. Estado actual de la pirámide MAC, después de haber realizado la auditoría 2005

Figura 15. Resultado pirámide en área de Hornos

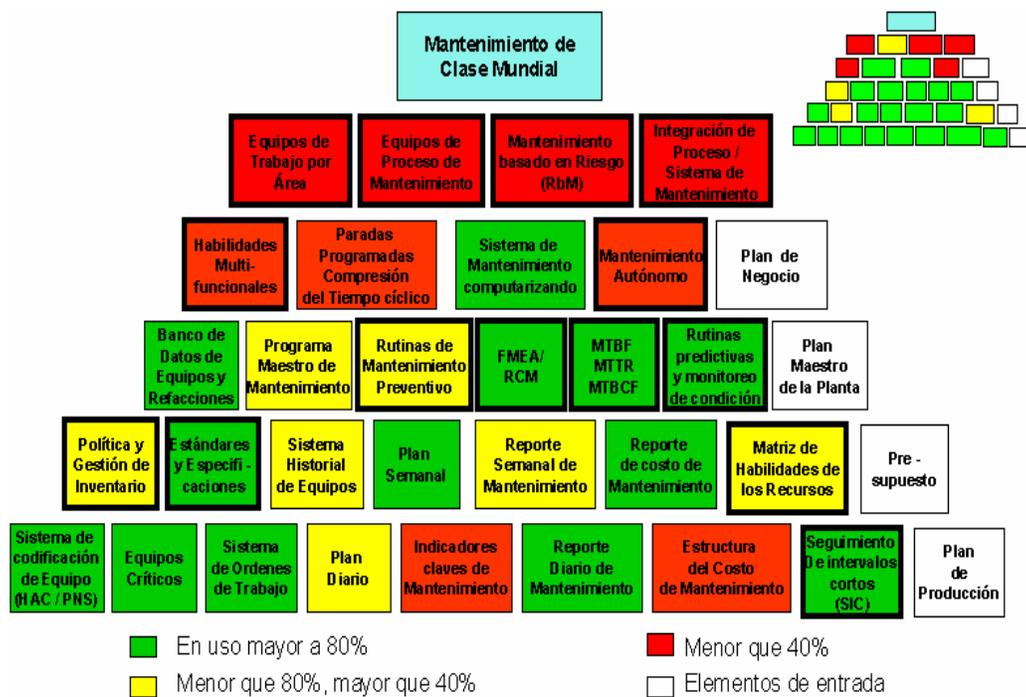
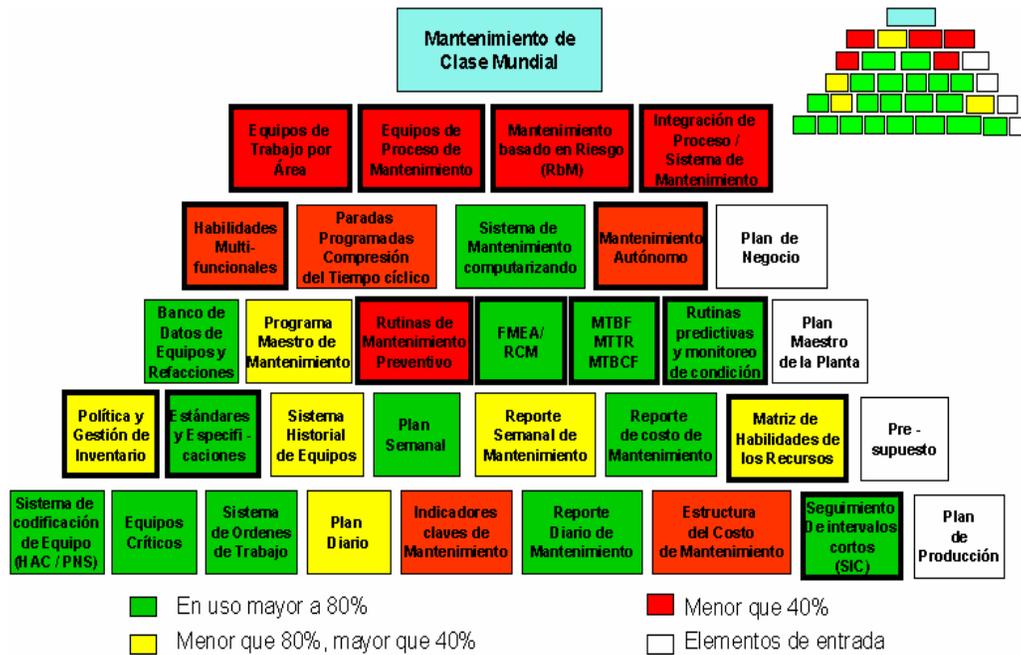


Figura 16. Resultado de Pirámide área de Cemento



CONCLUSIONES

1. Las evaluaciones se realizaron en base a formatos que holcim utiliza en plantas cementeras, con esto se identificó la Sostenibilidad de los diferentes elementos que componen la pirámide, que en su mayoría se identificó el buen uso respecto a su instalación tal como se indicó en este informe.
2. Las evaluaciones se efectuaron en las áreas de hornos y cemento orientadas al departamento de predictivos; evaluando documentos, base de datos, entrevista con personal técnico y la verificación de actividades de mantenimiento en el campo, esto para utilizarlos como evidencia que se están utilizando o realizando.
3. Después de haber realizado la evaluación en las áreas respectivas se pudo ver que las brechas que existen para alcanzar los requerimientos de una pirámide meta está; en mejorar las PMR's en el área de cemento, que almacén designe a personal para que realice mantenimiento preventivo a repuestos, implementar iniciativas que aún no se están utilizando, tal como se indicó en el plan de acción; y las demás iniciativas, seguirlas utilizando como se ha venido haciendo enfocados en una mejora continua.
4. Podemos entonces decir que en las dos áreas evaluadas, de la pirámide MAC se pueden ver avances notorios en lo que respecta a su instalación y uso comparado con la evaluación anterior, ya que, el personal lo utiliza como una herramienta esencial para la optimización del mantenimiento en la planta.

RECOMENDACIONES

Al Departamento de Mantenimiento Mecánico

1. Informar al personal de mantenimiento, sobre el estado actual del MAC, capacitándolos en las áreas e iniciativas donde se note que los requerimientos de la pirámide no se están alcanzando.
2. Dar seguimiento al proyecto presentado realizando los cambios necesarios para optimizar el mantenimiento, efectuando cada cierto tiempo revisiones de sostenibilidad para ver como esta siendo utilizado el MAC.

Al departamento de Predictivos

3. Involucrar a personal técnico en estudios de FMEA que se le realiza a los equipos.
4. Implementar en el futuro iniciativas de RCM y RBM para poder optimizar el mantenimiento en la planta.
5. Capacitación al personal del departamento sobre el estado actual de la pirámide MAC y las responsabilidades que deben adquirir para alcanzar los objetivos de este sistema de gestión de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Manual de capacitación y entrenamiento para auditores internos ISO 9001:2000.
2. Manual de capacitación e inducción del Sistema de Gestión de Mantenimiento MAC.
3. Manual y Catálogos de Equipos de cementos Progreso, S.A.

Referencias Electrónicas

4. Proceso de fabricación de Cemento y Cal.
www.cementosprogreso.com
5. Sistema de Gestión de Mantenimiento MAC
www.holcim.com

ANEXOS

Figura 17. Formato de evaluación para PMR s

 Hoja de evaluación de sistemas, técnicas, herramientas y prácticas MAC RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																									
<i>Comprueba la existencia del sistema</i>																																									
¿Son las RMP una parte de la estrategia del mantenimiento de la planta? <small>(Habla con el personal de mnto., revisa la planificación semanal, OMs, etc.)</small>	Si es si, continua...																																								
¿Existe una base de datos que contenga todas las RMPs de la planta? <small>(Pide revisar la base de datos para ver ejemplos específicos de RMPs)</small>	<table border="1"> <tr><td>si</td><td>no</td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> </table>	si	no	x																																					
si	no																																								
x																																									
¿Existe un plan o sistema usado para la planificación y seguimiento de la ejecución de RMPs?	<table border="1"> <tr><td>si</td><td>no</td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> </table>	si	no	x																																					
si	no																																								
x																																									
<table border="1"> <tr><td>Total =</td><td>9</td><td>100%</td></tr> <tr><td>Posible =</td><td>9</td><td></td></tr> </table>		Total =	9	100%	Posible =	9																																			
Total =	9	100%																																							
Posible =	9																																								
<i>Comprueba su uso (EVIDENCIA)</i>																																									
¿Están establecidas RMPs para todos los equipos críticos de la planta? <small>(Por ejemplo: Mira la base de datos de RMP para comprobar las RMP de los equipos críticos)</small>	¿Cuántos equipos críticos revisaste? <table border="1"><tr><td>3</td></tr></table> ¿Cuántos tenían RMPs? <table border="1"><tr><td>3</td></tr></table>	3	3																																						
3																																									
3																																									
Comprueba si el plan de RMPs está actualizado y adecuadamente mantenido	¿Cuántos planes comprobaste? <table border="1"><tr><td>3</td></tr></table> ¿Cuántos se completaron? <table border="1"><tr><td>2</td></tr></table>	3	2																																						
3																																									
2																																									
Comprueba si las RMP se editan o revisan frecuentemente <small>(Pregunta si existe un procedimiento formal y comprueba RMPs revisadas)</small>	# de RMP comprobados <table border="1"><tr><td>3</td></tr></table> ¿Cuántas han sido revisadas alguna vez? <table border="1"><tr><td>2</td></tr></table>	3	2																																						
3																																									
2																																									
Comprueba si todos los dptos./áreas usan RMPs en sus áreas <small>(nota: Es importante que cada área posea RMPs sobre los equipos críticos)</small>	# de dptos./áreas comprobados <table border="1"><tr><td>2</td></tr></table> ¿Cuántos utilizan rutinas para los equipos críticos de su área? <table border="1"><tr><td>2</td></tr></table>	2	2																																						
2																																									
2																																									
<table border="1"> <tr><td>Total =</td><td>10</td><td>83%</td></tr> <tr><td>Posible =</td><td>12</td><td></td></tr> </table>		Total =	10	83%	Posible =	12																																			
Total =	10	83%																																							
Posible =	12																																								
<i>Analiza el elemento / sistema. Compara al estándar cuando sea posible</i>																																									
Comprueba si las RMPs completadas contienen suficientes detalles, <small>por ejemplo, mediciones anotadas, lecturas, y se transfieren dentro del sistema de historial de equipos</small> <small>(Comprueba algunas RMPs finalizadas y revisa donde se almacena la información (base de datos, etc.))</small>	# de RMP comprobados <table border="1"><tr><td>3</td></tr></table> ¿Cuántos contienen suficientes detalles o se llevan adecuadamente a la base de datos? <table border="1"><tr><td>3</td></tr></table>	3	3																																						
3																																									
3																																									
Comprueba si los campos estándares están incluidos en el formato de la Orden de Trabajo <small>(Consegue una copia de Aviso de Trabajo y compara los campos con el siguiente estándar)</small>	Coloca una X en los campos incluidos en la Orden de Trabajo <table border="1"> <tr><td>Tiempo comienzo y de finalización del trabajo</td><td>x</td></tr> <tr><td>Tiempo iniciado y fecha de la Orden de Trabajo</td><td>x</td></tr> <tr><td>Planificador de la Orden de Trabajo</td><td>x</td></tr> <tr><td>Prioridad de la Orden de Trabajo</td><td>x</td></tr> <tr><td>Tiempo de paro del equipo</td><td>x</td></tr> <tr><td>Herramientas requeridas</td><td>x</td></tr> <tr><td>Seguridad/permisos requeridos</td><td>x</td></tr> <tr><td>Actividades (job steps)/procedimientos</td><td>x</td></tr> <tr><td>Descripción del equipo/Código HAC</td><td>x</td></tr> <tr><td>Falla/Oportunidad/códigos de reparación</td><td>x</td></tr> <tr><td>Comentarios/feedback</td><td>x</td></tr> <tr><td>Número de Orden de Trabajo</td><td>x</td></tr> <tr><td>Tipo de Orden de Trabajo</td><td>x</td></tr> <tr><td>Criticalidad del equipo</td><td>x</td></tr> <tr><td>Centro de Costo</td><td>x</td></tr> <tr><td>Repuestos requeridos</td><td>x</td></tr> <tr><td>Número de Repuestos</td><td>x</td></tr> <tr><td>Horas-hombre plan/real</td><td>x</td></tr> <tr><td>Especialidad (craft)</td><td>x</td></tr> <tr><td>Responsabilidad</td><td>x</td></tr> </table>	Tiempo comienzo y de finalización del trabajo	x	Tiempo iniciado y fecha de la Orden de Trabajo	x	Planificador de la Orden de Trabajo	x	Prioridad de la Orden de Trabajo	x	Tiempo de paro del equipo	x	Herramientas requeridas	x	Seguridad/permisos requeridos	x	Actividades (job steps)/procedimientos	x	Descripción del equipo/Código HAC	x	Falla/Oportunidad/códigos de reparación	x	Comentarios/feedback	x	Número de Orden de Trabajo	x	Tipo de Orden de Trabajo	x	Criticalidad del equipo	x	Centro de Costo	x	Repuestos requeridos	x	Número de Repuestos	x	Horas-hombre plan/real	x	Especialidad (craft)	x	Responsabilidad	x
Tiempo comienzo y de finalización del trabajo	x																																								
Tiempo iniciado y fecha de la Orden de Trabajo	x																																								
Planificador de la Orden de Trabajo	x																																								
Prioridad de la Orden de Trabajo	x																																								
Tiempo de paro del equipo	x																																								
Herramientas requeridas	x																																								
Seguridad/permisos requeridos	x																																								
Actividades (job steps)/procedimientos	x																																								
Descripción del equipo/Código HAC	x																																								
Falla/Oportunidad/códigos de reparación	x																																								
Comentarios/feedback	x																																								
Número de Orden de Trabajo	x																																								
Tipo de Orden de Trabajo	x																																								
Criticalidad del equipo	x																																								
Centro de Costo	x																																								
Repuestos requeridos	x																																								
Número de Repuestos	x																																								
Horas-hombre plan/real	x																																								
Especialidad (craft)	x																																								
Responsabilidad	x																																								
<table border="1"> <tr><td>Total =</td><td>10</td><td>100%</td></tr> <tr><td>Posible =</td><td>10</td><td></td></tr> </table>		Total =	10	100%	Posible =	10																																			
Total =	10	100%																																							
Posible =	10																																								
<i>Comprueba el entendimiento</i>																																									
¿Existe un proceso formal para desarrollar nuevas RMPs? <small>(Por ejemplo, el uso de técnicas de análisis de fallos ó equipos de trabajo)</small>	¿A cuántas personas entrevistaste? <table border="1"><tr><td>5</td></tr></table> # de personas que usan técnicas formales o equipos de trabajo en el desarrollo del proceso <table border="1"><tr><td>0</td></tr></table>	5	0																																						
5																																									
0																																									
Hay un procedimiento claro para actualizar la frecuencia y balance de las RMPs?	A cuántas personas entrevistaste? <table border="1"><tr><td>5</td></tr></table> Cuántas conocen el procedimiento? <table border="1"><tr><td>5</td></tr></table>	5	5																																						
5																																									
5																																									
Con la excepción de equipos especializados en garantía, etc... ¿quién crea las RMPs de los equipos?	Mantenimiento propio <table border="1"><tr><td>(Elige 1)</td></tr></table> Mantenimiento contratado <table border="1"><tr><td>x</td></tr></table>	(Elige 1)	x																																						
(Elige 1)																																									
x																																									
<table border="1"> <tr><td>Total =</td><td>6</td><td>67%</td></tr> <tr><td>Posible =</td><td>9</td><td></td></tr> </table>		Total =	6	67%	Posible =	9																																			
Total =	6	67%																																							
Posible =	9																																								
<i>Recomendaciones y posibles acciones</i>																																									
Revisa todas las oportunidades, cuestiones, y recomendaciones que encuentres durante la revisión diaria del equipo																																									
	<table border="1"> <tr><td>Instalación</td><td>100%</td></tr> <tr><td>Uso</td><td>76%</td></tr> <tr><td colspan="2">%Total para este elemento= 88%</td></tr> <tr><td>Criticalidad =</td><td>A</td></tr> <tr><td>Ptos. Tot. Pos</td><td>40</td></tr> <tr><td>Ptos. actuales</td><td>35</td></tr> </table>	Instalación	100%	Uso	76%	%Total para este elemento= 88%		Criticalidad =	A	Ptos. Tot. Pos	40	Ptos. actuales	35																												
Instalación	100%																																								
Uso	76%																																								
%Total para este elemento= 88%																																									
Criticalidad =	A																																								
Ptos. Tot. Pos	40																																								
Ptos. actuales	35																																								

Figura 18. Formato de evaluación de SIC

 Hoja de evaluación de sistemas, técnicas, herramientas y prácticas MAC SEGUIMIENTO A INTERVALOS CORTOS (SIC) (Producción)							
<u>Comprueba la existencia del sistema</u>							
¿Poseen todas las áreas hojas SIC que son usadas para monitorear parámetros operacionales clave? (Busca hojas de captura en áreas clave como horno, molinos..)	¿Cuántas áreas revisaste? # de áreas que usan hojas SIC						
	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> </table>	2	2				
2							
2							
	Total = 15 <table border="1"><tr><td>100%</td></tr></table> Posible = 15	100%					
100%							
<u>Comprueba su uso (EVIDENCIA)</u>							
✚ Comprueba si las hojas SIC contienen el planificado y los objetivos (todos los indicadores operacionales deberían tener un plan y objetivo)	¿Cuántas hojas SIC revisaste? # de hojas SIC que indican el plan y el objetivo para los parámetros claves de control						
	<table border="1"> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>3</td></tr> </table>	3	3				
3							
3							
✚ Comprueba la exactitud de los datos registrados en el SIC (Revisa unos pocos parámetros claves de control para comprobar si se completan los datos, si los datos parecen consistentes, si se registran en el momento y no posteriormente, etc.)	¿Cuántas hojas SIC revisaste? # de SIC donde los datos se completaron completamente y adecuadamente						
	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> </table>	2	2				
2							
2							
✚ Comprueba las acciones tomadas sobre una variación del plan en el SIC (Revisa el SIC y busca razones y acciones tomadas registradas)	¿Cuántas hojas SIC revisaste? ¿Cuántas hojas SIC contenían acciones tomadas por variaciones?						
	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> </table>	2	2				
2							
2							
✚ ¿Está siendo monitoreado y revisado el SIC operacional? (Comenta con los operarios la frecuencia de revisión de los supervisores y obsérvalo también en la sala de control)	¿Cuántas veces encontraste que se revisa la hoja SIC? # de veces que observaste la revisión de la hoja SIC en función de los parámetros claves de control						
	<table border="1"> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>3</td></tr> </table>	3	3				
3							
3							
	Total = 15 <table border="1"><tr><td>75%</td></tr></table> Posible = 20	75%					
75%							
<u>Analiza el elemento / sistema. Compara al estandar cuando sea posible</u>							
<u>Comprueba el entendimiento</u>							
✚ Comprueba si se registran KPIs relevantes y datos en la hoja SIC durante la operación	¿Cuántas hojas SIC revisaste? ¿Cuántas contienen KPIs relevantes?						
	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> </table>	2	2				
2							
2							
	Total = 5 <table border="1"><tr><td>100%</td></tr></table> Posible = 5	100%					
100%							
<u>Recomendaciones y posibles acciones</u>							
Revisa todas las oportunidades, cuestiones, y recomendaciones que encuentres durante la revisión diaria del equipo							
	<table border="1"> <tr> <td>Instalación</td> <td>Uso</td> <td rowspan="2">%Total para este elemento=</td> <td rowspan="2">88%</td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td>80%</td> </tr> </table>	Instalación	Uso	%Total para este elemento=	88%	100%	80%
Instalación	Uso	%Total para este elemento=	88%				
100%	80%						
	<table border="1"> <tr><td>Criticidad =</td><td>A</td></tr> <tr><td>Ptos. Tot. Posibles =</td><td>40</td></tr> <tr><td>Ptos. actuales =</td><td>35</td></tr> </table>	Criticidad =	A	Ptos. Tot. Posibles =	40	Ptos. actuales =	35
Criticidad =	A						
Ptos. Tot. Posibles =	40						
Ptos. actuales =	35						

Figura 19. Formato de evaluación para Estándares y Especificaciones

 Formulario de evaluación de sistemas, técnicas, herramientas y prácticas MAC ESTANDARES y ESPECIFICACIONES																									
Comprueba la existencia del sistema																									
¿Están definidos los estándares y especificaciones para las tareas de mantenimiento? <i>Si es si, continua...</i>	<table border="1"> <tr> <td>si</td> <td>no</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td></td> </tr> </table>	si	no	x																					
si	no																								
x																									
Comprueba su uso (EVIDENCIA)																									
Total = 5 100% Posible = 5																									
↗ Compruebe si los estándares y específicos son utilizados actualmente. (Observe en el campo si se usa y discuta con el personal que los usa.)	¿Cuántas personas entrevistó o # de trabajos que observó en campo? <input type="text" value="3"/> # trabajos en que el estándar fue utilizado o # personas que saben acerca del estándar. <input type="text" value="3"/>																								
↗ Compruebe si los estándares han sido desarrollados en todas las áreas de mantenimiento/unidades/depts. (Pregunte por un ejemplo para cada área/unidad/dept)	# de áreas/unidades/depts muestreados <input type="text" value="2"/> # que tiene algún estándar desarrollado para su área <input type="text" value="2"/>																								
↗ Compruebe si el estándar y especificaciones es frecuentemente revisado o retroalimentado para modificar y ajustar las especificaciones o tareas (Pregunte por ejemplos de estándares modificados o revisados y programados)	# de estándares revisados <input type="text" value="3"/> ¿Cuántos han sido actualizados o retroalimentados? <input type="text" value="2"/>																								
Analiza el elemento / sistema. Compara al estándar cuando sea posible																									
Total = 5.3 89% Posible = 6																									
↗ Revise si el estándar de trabajo mostrado incluye la siguiente información:	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th># de la muestra</th> <th># que incluye inform.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Herramientas requeridas</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Listado detallado de repuestos</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Listado del procedimientos de seguridad</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Detalle de las tareas para la ejecución</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Especificaciones en rangos, pasos, etc.</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Mano de obra estimada</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Nivel de habilidades requeridas por tipo de la</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>		# de la muestra	# que incluye inform.	Herramientas requeridas	4	4	Listado detallado de repuestos	4	4	Listado del procedimientos de seguridad	4	4	Detalle de las tareas para la ejecución	4	4	Especificaciones en rangos, pasos, etc.	4	4	Mano de obra estimada	4	4	Nivel de habilidades requeridas por tipo de la	4	4
	# de la muestra	# que incluye inform.																							
Herramientas requeridas	4	4																							
Listado detallado de repuestos	4	4																							
Listado del procedimientos de seguridad	4	4																							
Detalle de las tareas para la ejecución	4	4																							
Especificaciones en rangos, pasos, etc.	4	4																							
Mano de obra estimada	4	4																							
Nivel de habilidades requeridas por tipo de la	4	4																							
Comprueba el entendimiento																									
Total = 5 100% Posible = 5																									
↗ Compruebe si los estándares han sido definidos y desarrollados por frecuencia de ocurrencia y para actividades de mantenimiento de alto costo. (Por ejemplo: Recurrencia de tareas en paros mayores, remplazo de un motor grande /reparación de engranajes)	# de trabajos muestreados <input type="text" value="3"/> # de trabajos cubiertos por un estándar <input type="text" value="2"/>																								
Recomendaciones y posibles acciones																									
Total = 2.7 67% Posible = 4																									
Revisa todas las oportunidades, cuestiones, y recomendaciones que encuentres durante la revisión diaria del equipo																									
	<table border="1"> <tr> <td>%Total para este elemento=</td> <td>90%</td> <td>Criticidad =</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Instalación</td> <td>100%</td> <td>Ptos.Tot. Posibles =</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Uso</td> <td>80%</td> <td>Ptos.actuales =</td> <td>18</td> </tr> </table>	%Total para este elemento=	90%	Criticidad =	C	Instalación	100%	Ptos.Tot. Posibles =	20	Uso	80%	Ptos.actuales =	18												
%Total para este elemento=	90%	Criticidad =	C																						
Instalación	100%	Ptos.Tot. Posibles =	20																						
Uso	80%	Ptos.actuales =	18																						

Figura 20. Formato de evaluación para Matriz de Habilidades de los Recursos

 Formulario de evaluación de sistemas, técnicas, herramientas y prácticas MAC MATRIZ DE HABILIDADES DE LOS RECURSOS																			
Comprueba la existencia del sistema																			
¿Existe una matriz de habilidades del recurso? Si es sí, continua...	<table border="1"> <tr> <td>si</td> <td>no</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td></td> </tr> </table>	si	no	x															
si	no																		
x																			
Comprueba su uso (EVIDENCIA)																			
Total = 10 100% Posible = 10																			
† Compruebe si la matriz de habilidades es revisada y actualizada. (Revise la matriz y compruebe las últimas revisiones y actualizaciones)	¿Cuántas matrices revisó? <input type="text" value="3"/> ¿Cuántas han sido actualizadas recientemente? <input type="text" value="2"/>																		
† Compruebe si la matriz a sido analizada o discutida con el personal individualmente. (Converse con diferentes depts/áreas para ver si ellos discuten la matriz con su personal)	# de depts entrevistados <input type="text" value="3"/> ¿En cuántas de las consultas la matriz ha sido revisada con el personal? <input type="text" value="2"/>																		
Total = 8 67% Posible = 12																			
Analiza el elemento / sistema. Compara al estándar cuando sea posible																			
† Incluye la matriz de habilidades los siguientes puntos: (Revise en la matriz la siguiente información)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th># de la muestra</th> <th># con inf</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nivel de habilidades para c/persona</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Habilidades requeridas por c/persona</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>¿Se refleja el entrenamiento requerido?</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>¿Son actualizadas las habilidades como reflejo de nuevas tecnologías?</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>		# de la muestra	# con inf	Nivel de habilidades para c/persona	2	2	Habilidades requeridas por c/persona	2	2	¿Se refleja el entrenamiento requerido?	2	2	¿Son actualizadas las habilidades como reflejo de nuevas tecnologías?	2	2			
	# de la muestra	# con inf																	
Nivel de habilidades para c/persona	2	2																	
Habilidades requeridas por c/persona	2	2																	
¿Se refleja el entrenamiento requerido?	2	2																	
¿Son actualizadas las habilidades como reflejo de nuevas tecnologías?	2	2																	
† Compruebe que todo las unidades de proceso/áreas/depts están incluidos en la matriz de habilidades. (Compruebe que todas las diferentes tipos de labores y habilidades estén incluidas para las diferentes áreas)	# de áreas/units/depts revisadas <input type="text" value="2"/> ¿Cuántos estaban incluidas? <input type="text" value="2"/>																		
Total = 10 100% Posible = 10																			
Comprueba el entendimiento																			
† Compruebe que el personal esta enterado de la matriz .	# de personas entrevistadas <input type="text" value="3"/> # de personas enteradas de la matriz <input type="text" value="3"/>																		
† ¿Son las nuevas habilidades aprendidas después de una capacitación probadas o certificadas en el trabajo?	# de áreas/units/depts entrevistados <input type="text" value="3"/> # de quienes realizaron pruebas en el trabajo de las habilidades adquiridas recientemente. <input type="text" value="2"/>																		
Total = 7 83% Posible = 8																			
Recomendaciones y posibles acciones																			
Revisa todas las oportunidades, cuestiones, y recomendaciones que encuentres durante la revisión diaria del equipo																			
	<table border="1"> <tr> <td>Instalación</td> <td>Uso</td> <td>%Total para este elemento=</td> <td>87%</td> <td>Criticidad =</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td>73%</td> <td></td> <td></td> <td>Ptos.Tot. Posibles =</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Ptos.actuales =</td> <td>35</td> </tr> </table>	Instalación	Uso	%Total para este elemento=	87%	Criticidad =	A	100%	73%			Ptos.Tot. Posibles =	40					Ptos.actuales =	35
Instalación	Uso	%Total para este elemento=	87%	Criticidad =	A														
100%	73%			Ptos.Tot. Posibles =	40														
				Ptos.actuales =	35														

Figura 21. Formato de evaluación para Administración de Almacén

 Formulario de evaluación de sistemas, técnicas, herramientas y prácticas MAC ADMINISTRACIÓN DE ALMACEN Y MATERIALES (POLÍTICA DE GESTIÓN DE INVENTARIO)													
<i>Comprueba la existencia del sistema</i>													
¿Existe un sistema con política de administración de repuestos en sitio? <i>Si es si, continua...</i>	<table border="1"> <tr><td>si</td><td>no</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	si	no	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
si	no												
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
¿Existe un informe de KPI de almacén?	<table border="1"> <tr><td>si</td><td>no</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	si	no	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
si	no												
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
Compruebe las rutinas en PM para un apropiado mtto de repuestos almacenados. (Por ejemplo - Giro de ejes en motores de gran tamaño)	<table border="1"> <tr><td># de repuestos muestreados</td><td><input type="text" value="3"/></td></tr> <tr><td>¿Cuántos tienen una rutina PM?</td><td><input type="text" value="0"/></td></tr> <tr><td>Total =</td><td>8</td></tr> <tr><td>Posible =</td><td>12</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: right;">67%</td></tr> </table>	# de repuestos muestreados	<input type="text" value="3"/>	¿Cuántos tienen una rutina PM?	<input type="text" value="0"/>	Total =	8	Posible =	12	67%			
# de repuestos muestreados	<input type="text" value="3"/>												
¿Cuántos tienen una rutina PM?	<input type="text" value="0"/>												
Total =	8												
Posible =	12												
67%													
<i>Comprueba su uso (EVIDENCIA)</i>													
+ Compruebe si el informe de almacén es revisado y se generan acciones basadas en la variación del plan. (Asista a reuniones concernientes al área de almacén y observe)	<table border="1"> <tr><td># de reuniones observadas</td><td><input type="text" value="3"/></td></tr> <tr><td># veces en la cual el informe fue revisado y se generaron acciones</td><td><input type="text" value="3"/></td></tr> </table>	# de reuniones observadas	<input type="text" value="3"/>	# veces en la cual el informe fue revisado y se generaron acciones	<input type="text" value="3"/>								
# de reuniones observadas	<input type="text" value="3"/>												
# veces en la cual el informe fue revisado y se generaron acciones	<input type="text" value="3"/>												
+ Compruebe si los repuestos críticos están apropiadamente almacenados (Tome una muestra de algunos repuestos críticos y revise en el almacén) Algunos artículos (items) que revisa deben incluir:	<table border="1"> <tr><td>¿Cuántos repuestos críticos revisó?</td><td><input type="text" value="3"/></td></tr> <tr><td>¿Cuántos estaban apropiadamente almacenados?</td><td><input type="text" value="1"/></td></tr> </table>	¿Cuántos repuestos críticos revisó?	<input type="text" value="3"/>	¿Cuántos estaban apropiadamente almacenados?	<input type="text" value="1"/>								
¿Cuántos repuestos críticos revisó?	<input type="text" value="3"/>												
¿Cuántos estaban apropiadamente almacenados?	<input type="text" value="1"/>												
Engrase apropiado de rodamientos para prevenir la corrosión + almacenamiento horizontal Giro frecuente para ejes de grandes motores Filtros protegidos contra el polvo Tarjetas electrónicas almacenadas en cuartos especiales													
+ Visite el almacén y revise la accesibilidad de los repuestos y el manejo. (Haga algunas marcar de chequeo en el área del almacén)	<table border="1"> <tr><td>¿Cuántas áreas visitó?</td><td><input type="text" value="3"/></td></tr> <tr><td>¿En cuántas había un buen mantenimiento y accesibilidad?</td><td><input type="text" value="1"/></td></tr> </table>	¿Cuántas áreas visitó?	<input type="text" value="3"/>	¿En cuántas había un buen mantenimiento y accesibilidad?	<input type="text" value="1"/>								
¿Cuántas áreas visitó?	<input type="text" value="3"/>												
¿En cuántas había un buen mantenimiento y accesibilidad?	<input type="text" value="1"/>												
+ Compruebe la exactitud del sistema de almacén comparado con la cantidad actual de artículos en el estante. (Revise una cantidad de algunos artículos en el sistema y verifique la cantidad real en el almacén)	<table border="1"> <tr><td># de repuestos muestreados</td><td><input type="text" value="3"/></td></tr> <tr><td># de repuestos en estantes consistentes con el sistema.</td><td><input type="text" value="3"/></td></tr> </table>	# de repuestos muestreados	<input type="text" value="3"/>	# de repuestos en estantes consistentes con el sistema.	<input type="text" value="3"/>								
# de repuestos muestreados	<input type="text" value="3"/>												
# de repuestos en estantes consistentes con el sistema.	<input type="text" value="3"/>												
¿Existe un tablero o área para colgar piezas requeridas para las actividades de mantenimiento?	<table border="1"> <tr><td>si</td><td>no</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	si	no	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
si	no												
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
<i>Analiza el elemento / sistema. Compara al estándar cuando sea posible</i>													
+ Compruebe si existe una clasificación de materiales para todo el inventario. Por ejemplo: Obsoletos, repuestos usados, estratégicos, artículos asegurados, etc...	<table border="1"> <tr><td># de artículos revisados</td><td><input type="text" value="4"/></td></tr> <tr><td># que estaban clasificados</td><td><input type="text" value="2"/></td></tr> </table>	# de artículos revisados	<input type="text" value="4"/>	# que estaban clasificados	<input type="text" value="2"/>								
# de artículos revisados	<input type="text" value="4"/>												
# que estaban clasificados	<input type="text" value="2"/>												
+ Compruebe si los niveles mín/máx han sido establecidos para los repuestos	<table border="1"> <tr><td># de la muestra</td><td><input type="text" value="4"/></td></tr> <tr><td># que tenían nivel mín/max</td><td><input type="text" value="4"/></td></tr> </table>	# de la muestra	<input type="text" value="4"/>	# que tenían nivel mín/max	<input type="text" value="4"/>								
# de la muestra	<input type="text" value="4"/>												
# que tenían nivel mín/max	<input type="text" value="4"/>												
+ Compruebe si todos los repuestos y artículos en el almacén están adecuadamente etiquetados en las estanterías.	<table border="1"> <tr><td># de la muestra</td><td><input type="text" value="5"/></td></tr> <tr><td># que estaban adecuadamente etiquetado</td><td><input type="text" value="5"/></td></tr> </table>	# de la muestra	<input type="text" value="5"/>	# que estaban adecuadamente etiquetado	<input type="text" value="5"/>								
# de la muestra	<input type="text" value="5"/>												
# que estaban adecuadamente etiquetado	<input type="text" value="5"/>												
+ ¿Son los repuestos removidos del cargo de inventario por las OM's?	<table border="1"> <tr><td>si</td><td>no</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	si	no	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
si	no												
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
<i>Comprueba el entendimiento</i>													
+ Compruebe si la política de repuestos es entendida por el personal. (Pregunte a diferentes personas acerca de los procedimientos de salidas , almacenamiento, etc.)	<table border="1"> <tr><td># de personas entrevistadas</td><td><input type="text" value="2"/></td></tr> <tr><td>¿Cuántos fueron capaces para explicar y entender?</td><td><input type="text" value="2"/></td></tr> <tr><td>Total =</td><td>9</td></tr> <tr><td>Posible =</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: right;">85%</td></tr> </table>	# de personas entrevistadas	<input type="text" value="2"/>	¿Cuántos fueron capaces para explicar y entender?	<input type="text" value="2"/>	Total =	9	Posible =	10	85%			
# de personas entrevistadas	<input type="text" value="2"/>												
¿Cuántos fueron capaces para explicar y entender?	<input type="text" value="2"/>												
Total =	9												
Posible =	10												
85%													
<i>Recomendaciones y posibles acciones</i>													
Revisa todas las oportunidades, cuestiones, y recomendaciones que encuentres durante la revisión diaria del equipo	<table border="1"> <tr><td>Total =</td><td>3</td></tr> <tr><td>Posible =</td><td>3</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: right;">100%</td></tr> </table>	Total =	3	Posible =	3	100%							
Total =	3												
Posible =	3												
100%													
	<table border="1"> <tr><td>%Total para este elemento=</td><td>75%</td><td>Criticidad =</td><td>A</td></tr> <tr><td>Instalación</td><td>75%</td><td>Ptos. Tot. Posibles =</td><td>40</td></tr> <tr><td>Uso</td><td>74%</td><td>Ptos. actuales =</td><td>30</td></tr> </table>	%Total para este elemento=	75%	Criticidad =	A	Instalación	75%	Ptos. Tot. Posibles =	40	Uso	74%	Ptos. actuales =	30
%Total para este elemento=	75%	Criticidad =	A										
Instalación	75%	Ptos. Tot. Posibles =	40										
Uso	74%	Ptos. actuales =	30										

Figura 22. Formato de evaluación para Rutinas Predictivas y CBM

 Formulario de evaluación de sistemas, técnicas, herramientas y prácticas MAC RUTINAS PREDICTIVAS & CBM (MONITOREO BASADO EN LA CONDICION)													
<u>Comprueba la existencia del sistema</u>													
<p>¿Son las rutinas predictivas y el CBM parte de la estrategia de mantenimiento de la planta? <i>Si es si, continua...</i></p> <p>(Pregunte por ejemplos de rutinas de rutinas predictivas y CBM)</p>	<table border="1"> <tr> <td>si</td> <td>no</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	si	no	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
si	no												
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
<p>¿Hay personal específico cuyos roles y responsabilidades incluyan las rutinas de rutinas predictivas y CBM de los equipos?</p>	<table border="1"> <tr> <td>si</td> <td>no</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	si	no	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
si	no												
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
Total = 15 <input type="text" value="100%"/> Posible = 15													
<u>Comprueba su uso (EVIDENCIA)</u>													
<p>✦ Compruebe si hay establecidas rutinas predictivas y si son dirigidas a equipos críticos. (Busque evidencia de rutinas dirigidas a equipos críticos tales como el extractor principal, etc.)</p>	<p>¿Cuántos equipos críticos a revisado? <input type="text" value="3"/></p> <p>¿Cuántos tienen rutinas ? <input type="text" value="3"/></p>												
<p>✦ Compruebe si el resultado es analizado regularmente y se crea la OM. (Entreviste al personal para revisar la frecuencia y responsabilidad de la revisión de resultados.)</p>	<p>¿Cuántas personas entrevistó? <input type="text" value="3"/></p> <p># de veces que el resultado ha sido revisado y a generado una OM. <input type="text" value="3"/></p>												
Total = 10 <input type="text" value="100%"/> Posible = 10													
<u>Analiza el elemento / sistema. Compara al estándar cuando sea posible</u>													
<u>Comprueba el entendimiento</u>													
<p>✦ Compruebe si las actividades de mtto en equipos es reprogramada y re-priorizada, basado en los resultados y de las rutinas predictiva y CBM. (Hable con algunas personas o compruebe OM's que tengan reprogramación basado en resultados recientes de las rutinas predictiva)</p>	<p>¿Cuántas personas entrevistó o cuántas OM's revisó? <input type="text" value="5"/></p> <p>¿Cuántas veces ha sido el trabajo reprogramado o re-priorizado basado en resultados? <input type="text" value="3"/></p>												
Total = 3 <input type="text" value="60%"/> Posible = 5													
<u>Recomendaciones y posibles acciones</u>													
Revisa todas las oportunidades, cuestiones, y recomendaciones que encuentres durante la revisión diaria del equipo													
	<table border="1"> <tr> <td>%Total para este elemento=</td> <td>93%</td> <td>Criticidad =</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Instalación</td> <td>100%</td> <td>Ptos. Tot. Posibles</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Uso</td> <td>87%</td> <td>Ptos. actuales =</td> <td>28</td> </tr> </table>	%Total para este elemento=	93%	Criticidad =	B	Instalación	100%	Ptos. Tot. Posibles	30	Uso	87%	Ptos. actuales =	28
%Total para este elemento=	93%	Criticidad =	B										
Instalación	100%	Ptos. Tot. Posibles	30										
Uso	87%	Ptos. actuales =	28										

Figura 23. Formato de evaluación para RCM / FMEA

Holcim		Formulario de evaluación de sistemas, técnicas, herramientas y prácticas MAC																							
		RCM / FMEA																							
<i>Comprueba la existencia del sistema</i>																									
Se aplica el concepto RCM/FMEA para investigar y resolver fallas mayores	Si es sí, continúe...	<table border="1"> <tr><td>si</td><td>no</td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> </table>	si	no	x		<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> </table>	2																	
si	no																								
x																									
2																									
Hay una base de datos para guardar todas las hojas de FMEA (e.g. Hojas Excel almacenadas por código HAC en un servidor local con acceso para las personas involucradas)		<table border="1"> <tr><td>si</td><td>no</td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> </table>	si	no	x		<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> </table>	2																	
si	no																								
x																									
2																									
Son evaluadas las fallas mayores mediante FMEA para los equipos principales? (equipos principales como Horno1, Molino Cemento3, etc,...)	Cuántos equipos principales consideró? Cuántos de esos principales equipos tienen un reciente estudio de FMEA en la base de datos?		<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> </table>	2	2																				
2																									
2																									
		Total	7 100%																						
		Poss	7																						
<i>Comprueba su uso (EVIDENCIA)</i>																									
✦ Compruebe las últimas fallas importantes y compruebe si se han hecho estudios de FMEA (fallas que han causado interrupción de la producción de clinker y/o cemento)	Cuántas fallas ha revisado? Cuántas han sido estudiadas mediante FMEA?		<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> </table>	2	2																				
2																									
2																									
✦ Son involucradas todas las personas implicadas durante FMEA? (cualquier persona que pudiera contribuir a la solución, como producción mantenimiento, calidad, operarios, personal de la planta, ect,...)	Cuántos estudios has considerado? Cuántos de esos cree que han sido hechos por la gente correcta		<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>1</td></tr> </table>	2	1																				
2																									
1																									
✦ Están siendo realizadas las acciones tal y como se acordó en la Hoja de decisiones? - modificación debería tener bien una OT, bien una inversión, o bien un proyecto iniciado - mantenimiento preventivo o rutinas deberían estar en el sistema, ha visto la rutina en SAP)	Cuántas acciones ha considerado? Cuántas de esas acciones han sido implementadas?		<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>1</td></tr> </table>	2	1																				
2																									
1																									
		Total	6 67%																						
		Poss	9																						
<i>Analiza el elemento / sistema. Compara al estándar cuando sea posible</i>																									
✦ Se encuentran las siguientes Hojas dentro de cada FMEA	FMEA "Hoja de Trabajo" FMEA "Hoja de Decisión" FMEA "perfil de riesgo"	<table border="1"> <tr><td>si</td><td>no</td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> </table>	si	no	x		x		x		<table border="1"> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>0.5</td></tr> </table>	1	1	1	1	0.5	0.5								
si	no																								
x																									
x																									
x																									
1	1																								
1	1																								
0.5	0.5																								
✦ Qué tipo de consecuencias han sido consideradas en los estudios disponibles en la base de datos?	Pérdida de producción Daño en el equipo (costo) Calidad del producto Medio ambiente y pérdida de imagen Seguridad del personal	<table border="1"> <tr><td>si</td><td>no</td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> </table>	si	no	x		x		x		x		x		<table border="1"> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>0.5</td></tr> </table>	1	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5
si	no																								
x																									
x																									
x																									
x																									
x																									
1	1																								
0.5	0.5																								
0.25	0.25																								
0.25	0.25																								
0.5	0.5																								
✦ Está disponible el diagrama de decisión RCM para las personas involucradas en los estudios de FMEA?		<table border="1"> <tr><td>si</td><td>no</td></tr> <tr><td></td><td>X</td></tr> </table>	si	no		X	<table border="1"> <tr><td>2</td><td>0</td></tr> </table>	2	0																
si	no																								
	X																								
2	0																								
		Total =	5 71%																						
		Possible =	7																						
<i>Comprueba el entendimiento</i>																									
✦ Es entendido el concepto de FMEA/RCM por el personal? (pregunte a gerentes, supervisores y operarios)	Cuántas personas ha considerado? Cuántas sabían correctamente el propósito de un FMEA?		<table border="1"> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>2</td></tr> </table>	3	2																				
3																									
2																									
✦ Se conoce dónde los estudios realizados así como hojas nuevas pueden ser encontradas	Cuántas personas de diferentes niveles ha considerado? Cuántas personas lo sabían?		<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> </table>	2	2																				
2																									
2																									
✦ Es usado los siguientes elementos durante un estudio FMEA?	Estudios previos del Equipo Diagrama de decisión RCM Flujogramas Planos de cada equipo Inspección visual en campo	<table border="1"> <tr><td>si</td><td>no</td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>X</td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> <tr><td>x</td><td></td></tr> </table>	si	no	x			X	x		x		x												
si	no																								
x																									
	X																								
x																									
x																									
x																									
		Total =	5.8 83%																						
		Possible =	7																						
<i>Recomendaciones y posibles acciones</i>																									
Revisa todas las oportunidades, cuestiones, y recomendaciones que encuentres durante la revisión diaria del equipo																									
	Instalación 100%	Uso 83%	%Total para este elemento = 83%																						
			Criticidad = B Ptos. Posibles = 30 Ptos. Actuales = 25																						

Figura 24. Formato de evaluación de RBM

 Formulario de evaluación de sistemas, técnicas, herramientas y prácticas MAC RbM - Risk based Maintenance (Mantenimiento basado en el Riesgo)					
<i>Comprueba la existencia del sistema</i>					
Es el concepto RbM parte de la actual estrategia de Mantenimiento?	<i>Si es sí, continúe...</i>  <table border="1"> <tr> <td>si</td> <td>no</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>	si	no	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
si	no				
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Hay una base de datos para todos los estudios RbM?	<table border="1"> <tr> <td>si</td> <td>no</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	si	no	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
si	no				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Total Pos: 0 5 0%					
<i>Comprueba su uso (EVIDENCIA)</i>					
✦ Hay disponible un Perfil de riesgo actualizado para cada sección de la Planta	Cuántas secciones ha considerado? Cuántas secciones tienen un perfil de riesgo válido? <table border="1"> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
<input type="text"/>	<input type="text"/>				
✦ Están disponible de forma clara las guías (policies) para la gente	Las ha visto? Están aprobadas por el Director de la Planta? <table border="1"> <tr> <td>si</td> <td>no</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	si	no	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
si	no				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
✦ Han sido definidas las rutinas de mantenimiento de acuerdo con los conceptos de RbM?	Cuántas rutinas críticas ha considerado? Cuántas rutinas críticas han sido evaluadas por RbM? <table border="1"> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
<input type="text"/>	<input type="text"/>				
✦ Han sido evaluados los repuestos estratégicos de acuerdo a la política RbM? si no están definidos use el siguiente criterio para repuestos estratégicos. - paradas de producción de cemento y/o clinker - tiempo de entrega sobre 6 meses - valor USD >100000.-	Cuántos repuestos estratégicos hay en stock? Cuántos han sido evaluados de acuerdo a RbM? <table border="1"> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
<input type="text"/>	<input type="text"/>				
Total Pos: 0 5 0%					
<i>Analiza el elemento / sistema. Compara al estándar cuando sea posible</i>					
✦ Qué tipo de consecuencias han sido consideradas en los estudios disponibles en la base de datos	Minimizar el stock de repuestos Minimizar rutinas de mantenimiento (prev and pred) Reducir costo de mantenimiento (hacer sólo lo necesario) <table border="1"> <tr> <td>si</td> <td>no</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	si	no	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
si	no				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
✦ Están siendo adaptadas la política de RbM así como las rutinas cuando la situación del mercado cambia?	<table border="1"> <tr> <td>si</td> <td>no</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	si	no	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
si	no				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Total Pos: 0 5 0%					
<i>Comprueba el entendimiento</i>					
✦ Es entendido el concepto de RbM por diferentes personas? (pregunte a gerentes y supervisores acerca diferencia entre FMEA y RbM) - FMEA: previene fallas antes de que ocurran - RbM: acepta una cierta probabilidad de falla para reducir el costo de mantenimiento	Cuántas personas ha considerado? Cuántas personas sabían correctamente el propósito de RbM? <table border="1"> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
<input type="text"/>	<input type="text"/>				
✦ Sabe el personal dónde los estudios fueron realizados y dónde encontrar la política de RbM?	Cuántas personas de diferentes niveles ha preguntado? Cuántas sabían correctamente dónde estaba la información? <table border="1"> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
<input type="text"/>	<input type="text"/>				
Total Pos: 0 5 0%					
<i>Recomendaciones y posibles acciones</i>					
Revisa todas las oportunidades, cuestiones, y recomendaciones que encuentres durante la revisión diaria del equipo					
	Instalación 0% Uso 0% %Total para este elemento= 0%				
Criticalidad = C Ptos. Posibles = 20 Ptos. Actuales = 0					