

**METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAR MODELO DE CONFIABILIDAD
BASADO EN PMO PARA CONCRETOS ARGOS S.A**

FREDDY BALLESTEROS CORREA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2012

**METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAR MODELO DE CONFIABILIDAD
BASADO EN PMO PARA CONCRETOS ARGOS S.A**

FREDDY BALLESTEROS CORREA

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

**Director: Álvaro Alonso Fonseca
Máster en Ingeniería Mecánica**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2012

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

La empresa Concretos Argos S.A. por el apoyo brindado para la culminación de este proyecto

A los Ingenieros Álvaro Alonso Fonseca Jefe de Confiabilidad, Luis Zapata Director de Mantenimiento Nacional, Baudilio Albarracín Jefe de Mantenimiento Zona Centro.

Al cuerpo docente de la Especialización en Gerencia de Mantenimiento, por los conocimientos transmitidos

A todos los compañeros de la especialización por permitirnos crecer como personas y aprender de sus experiencias tan valiosas

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	16
1. CONCRETOS ARGOS S.A	17
1.1 RESEÑA HISTORICA	17
1.2 PROCESOS	19
1.3 DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO	20
1.4 ACTIVOS MANTENIBLES	24
1.5 ANTECEDENTES DE MANTENIMIENTO	27
2. CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO	29
2.1 TECNICAS DE MANTENIMIENTO	29
2.1.1 Mantenimiento correctivo	29
2.1.2 Mantenimiento Programado	29
2.1.3 Mantenimiento preventivo	29
2.1.4 Mantenimiento Predictivo	30
2.1.5 Mantenimiento Proactivo	31
2.1.6 Mantenimiento de Clase Mundial	31
2.2 INDICADORES	32
2.2.1 Terotecnología – LCC	32
2.2.2 Gestión de Activos	32
2.3 MODELO ÓPTIMO DE GESTION DE MANTENIMIENTO	33

2.3.1	RCM –Mantenimiento Centrado en Confiabilidad	33
2.3.2	PMO –Optimización del Plan de Mantenimiento	35
2.3.3	Diferencias entre PMO y RCM	36
2.3.4	Aplicabilidad del Mantenimiento Productivo Total TPM	38
2.3.5	Selección de Metodología Gerencial de Mantenimiento	39
3.	ANALISIS ESTADO ACTUAL	42
3.1	ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO	42
3.2	TAXONOMIA DE LOS EQUIPOS	43
3.2.1	Producción	43
3.2.2	Distribución	44
3.2.3	Entrega	44
3.3	RUTINAS DE MANTENIMIENTO	44
3.4	INDICADORES	46
3.5	GESTION DE ALMACEN	47
4.	PROPUESTA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO	48
4.1	IMPLEMENTACION DE OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PMO	48
4.1.1	Estrategia planteada	49
4.1.1.1	Matriz de Excelencia de Mantenimiento	49
4.1.1.2	Sistema Administrador de Información de Mantenimiento CMMS	50

4.1.1.3	Planeación y Programación (P&S)	51
4.1.1.4	Gestión de la Información de fallas (RIM)-Eliminación de Fallas RCA	54
4.1.1.5	Máxima eficiencia de la Ejecución	58
4.1.1.6	Mantenimiento basado en condición-CBM	59
4.1.1.7	Transferencia de Conocimiento y Cultura de Confiabilidad	60
4.1.2	Evaluación de Criticidad Activos	61
4.1.3	Aplicación 9 pasos PMO	62
4.1.3.1	Recopilación de tareas	62
4.1.3.2	Análisis de Modos de Falla (FMA)	62
4.1.3.3	Racionalización y Revisión del FMA	63
4.1.3.4	Análisis Funcional	63
4.1.3.5	Evaluación de Consecuencias	64
4.1.3.6	Definición de la Política de Mantenimiento	64
4.1.3.7	Agrupación y Revisión	64
4.1.3.8	Aprobación e Implementación	65
4.1.3.9	Programa Dinámico	65
4.2	BALANCE SCORD CARD	71
4.3	REPUESTOS CENTRADOS EN CONFIABILIDAD (RCS)	75
5.	CONCLUSIONES	77
	BIBLIOGRAFIA	78
	ANEXOS	79

LISTA DE FIGURAS

	Pag
Figura 1. Volúmenes de producción	17
Figura 2. Ubicaciones geográficas	18
Figura 3. Política de Sostenibilidad	19
Figura 4. Cadena de Valor	20
Figura 5. Proceso de Producción Concreto	22
Figura 6. Activos Mantenibles	24
Figura 7. Planta Disposición Horizontal	25
Figura 8. Planta Disposición Vertical	26
Figura 9. Componentes Hormigonera o Mixer	26
Figura 10. Componentes Bomba	27
Figura 11. Evolución del Mantenimiento	30
Figura 12. Ciclo Reactivo	35
Figura 13. Diferencia RCA-PMO	37
Figura 14. Eficiencia PMO	37
Figura 15. Propuesta combinada	40
Figura 16. Organigrama Mantenimiento	42
Figura 17. Taxonomía de Equipos	43
Figura 18. Mantenimiento Preventivo	45
Figura 19. Modelo de Estrategia de Mantenimiento	48
Figura 20. Matriz de Excelencia	50
Figura 21. Mejores prácticas de Planeación y Programación	52
Figura 22. Costos de Mantenimiento	53
Figura 23. Áreas involucradas OT	53
Figura 24. Jerarquización de Equipos	54
Figura 25. Indicadores Medición fallas	55
Figura 26. Probabilidad de falla aleatoria	56
Figura 27. Información básica de la falla	56
Figura 28. Diagrama Causa –Efecto	57
Figura 29. Parada de Planta	58
Figura 30. Mantenimiento basado en condición CBM	59
Figura 31. Mantenimiento Predictivo	59
Figura 32. Cambio de procedimientos	60
Figura 33. Matriz Criticidad de Activos	61
Figura 34. Modos de Falla	62
Figura 35. Revisión Modos de Falla	63
Figura 36. Análisis de Funciones	63
Figura 37. Análisis de Consecuencias	64
Figura 38. Política de Mantenimiento	65
Figura 39. Balance Score Card	71

Figura 40. Cuadro de Mando de Control Mantenimiento

74

Figura 41. Matriz Estratégica de Contratación

76

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Identificación Modos de Fallas	66
Tabla 2. Revisión Modos de Falla	67
Tabla 3. Análisis Funcional	68
Tabla 4. Evaluación de Consecuencias	69
Tabla 5. Política de Mantenimiento	70
Tabla 6. Indicadores de Clase Mundial	72

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Gamas Tipo diagnostico	80
Anexo 2. Diagrama de Flujo OT preventivo	101
Anexo 3. Indicadores almacén diagnostico	103
Anexo 4. Calificación Matriz de Excelencia	105
Anexo 5. Balance inicial planeación- Matriz prioridad OT	107
Anexo 6. Análisis malos actores	109
Anexo 7. Análisis RCA –Express y diagrama de flujo	111
Anexo 8. Planeación estratégica y planta foco	114
Anexo 9. Diagrama de Flujo Metodología análisis criticidad activos	116
Anexo 10. Gamas con análisis PMO propuestos-Matriz QFD	127
Anexo 11. Benchmarking NRMCA-Perfil de Funcionalidad	141
Anexo 12. Estrategia Compra de Repuestos y Servicios ECRS	145

RESUMEN

TITULO: METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAR MODELO DE CONFIABILIDAD BASADO EN PMO PARA CONCRETOS ARGOS S.A

AUTOR(ES): FREDDY BALLESTEROS CORREA

PALABRAS CLAVES: Gestión de Activos, Confiabilidad, Mantenibilidad, Indicadores de Gestión, PMO

DESCRIPCION O CONTENIDO : En un entorno tan dinámico y exigente como lo constituyen hoy en día los mercados en especial el del cemento y concreto la transformación empresarial para alcanzar el nivel de Gestión de Activos requiere entre otras, que todas las acciones del mantenimiento y operación trabajen de la mano para generar aumento de la capacidad de producción buscando conquistar cada día el mercado potencial existente, de no hacerlo así se permanece en una actitud pasiva que incurre en gastos improductivos en el manejo de los equipos.

Por esta razón el Modelo de Mantenimiento propuesto se enmarca dentro de una estrategia de Gestión de Activos soportada en la Optimización del Plan de Mantenimiento PMO en un proceso de mejora continua y a la luz de una política de sostenibilidad Corporativa sólida.

Como objetivo se busca pasar de una organización de mantenimiento reactivo a una organización de mantenimiento proactivo hasta ubicarse como uno de los mejores en su clase, de acuerdo a la clasificación de la Matriz de Excelencia.

El contenido del presente proyecto lo componen 4 capítulos, en los cuales el capítulo 1 comprende una reseña histórica de la compañía y la forma como ha establecido sus procesos y direccionado sus activos, en el capítulo 2 se analizan los Modelos Gerenciales de Mantenimiento bosquejando la conveniencia de su utilización particular o combinación enmarcadas dentro de la Gestión de Activos, en el capítulo 3 se establece un diagnóstico de la situación actual destacando sus debilidades y expectativas con la propuesta presentada y en el capítulo 4 se presenta la forma a desarrollar la implementación del Modelo propuesto a partir de los pilares de La Gestión de Activos, teniendo al PMO como elemento fundamental para su implementación.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director :Alvaro Alonso Fonseca, Ingeniero Mecánico

SUMMARY

TITLE: METHODOLOGY TO IMPLEMENT A RELIABILITY MODEL BASED ON PMO FOR CONCRETES ARGOS S.A.

AUTHOR: Freddy Ballesteros Correa.

CLUE WORDS: Administration of actives, reliability, maintainability , indicators of administration, PMO.

DESCRIPTION OR CONTAINED: In one environment so dynamic and demanding like nowadays constitute the market in special in cement and concrete in manager transformation to get the level in administration of actives require that all of the maintenance of actions and operation work together to generate an increase of the capacity of production, looking for conquest every day the potential market that exist, if that won't happen and we continue with passive attitude that affect and generate unproductive expenditures in the management of equipping.

For that reason the model of maintenance propose is an strategy of administration of actives supported in the optimization in the maintenance plan PMO in a process to improve and obtain a solid politic of support.

Like an objective we guess to pass the organization of the reactive maintenance to another that has a proactive maintenance until be located as one of the best in its class. The contained of this project according to the classification in the womb of Excellency.

The contained of this project has four chapters in which, the chapter one has one historic inspection of the company and the form how has establish and manage its process and actives, in second chapter analyze the managership models of maintenance, to sketch the coexistence in the particular utilization or combination frame in the administration of actives, in chapter three establish the diagnostic of the actual situation and emphasize the weakness and the expectative with the proposal presented in the chapter four the form to develop the implementation of the proposal model beginning with the pillars of the administration of actives, take PMO as the fundamental element for its implementation.

* Monograph

** School of Mechanical Engineering.Maintenance Management Specialization.
Director :Alvaro Alonso Fonseca, Mechanical Engineer.

INTRODUCCION

En mercados tan competitivos y globalizados como los actuales el área de mantenimiento tiene que evolucionar tan rápido como las condiciones cambiantes de cada uno de ellos lo hace para satisfacer las necesidades de los clientes perdurando en el tiempo y el no actuar con esta directriz conllevara a que él tome otra alternativa del mercado, es necesario tener estrategias de administración del mantenimiento con la eficiencia y flexibilidad que nos permitan responder con agilidad a estas necesidades .El papel de mantenimiento en una organización hoy en día es de alta relevancia y su gestión se debe ver no como un gasto si no como una inversión ,la cual debe ser manejada con el máximo de eficiencia. Para tal efecto debemos investigar e implementar metodologías y modelos de mantenimiento que nos lleven a alcanzar estos objetivos.

La permanente búsqueda de la Optimización de la Gestión de Mantenimiento es el camino a seguir como aporte a la sostenibilidad de una compañía que pretenda mantenerse vigente en un mercado exigente y globalizado ,la adopción de una modelo basado en gestión de activos y teniendo como núcleo el PMO ha reportado muy buenos beneficios para las empresas de clase mundial que lo han adoptado y esta es la propuesta presentada en este trabajo ,entregando a la organización las herramientas para administrar el desempeño, los riesgos y gastos asociados a sus activos físicos ,durante su ciclo de vida para alcanzar los objetivos de su Plan Estratégico de Negocios .De seguro han de encontrarse obstáculos con diferentes niveles de relevancia pero la implementación basada en un cambio de cultura hacia la confiabilidad teniendo como pilar el aporte del capital humano serán la clave para dejarlos de lado en un permanente proceso de Mejoramiento Continuo.

1. CONCRETOS ARGOS S.A

1.1 RESEÑA HISTORICA

La Compañía hace parte del Grupo Económico denominado GEA-Grupo Económico Antioqueño y de sus Negocios Estratégicos de Cemento y Concreto ARGOS S.A. es el 5º. Productor de Cemento en América Latina con 15 Plantas en 5 países Colombia, Panamá, Venezuela, Haití y República Dominicana con un total de producción de 11,6 MM Toneladas. (Figura. 1)

Figura 1.Volumenes de producción

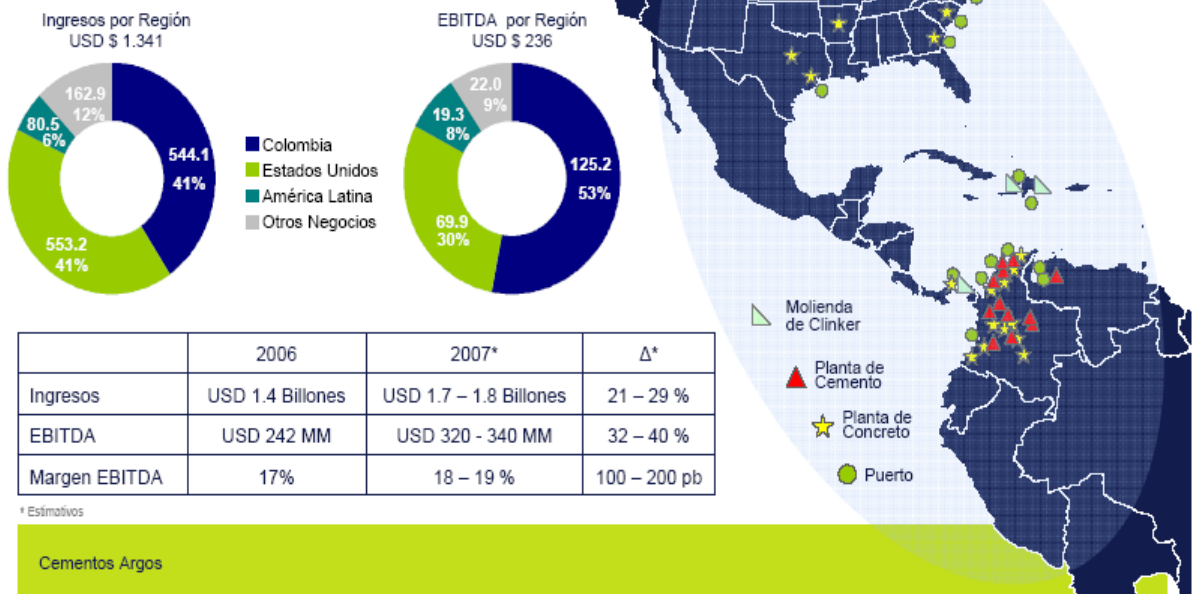


En el Negocio de Concreto tenemos presencia en 3 países –Estados Unidos , Colombia y Panamá. En Estados Unidos es el líder en los estados de Texas ,Arkansas , Virginia , Carolina del Norte y Carolina del Sur .Atiende también en el Estado de Georgia. Participa con el 1,9% del concreto comercializado en Estados

Unidos, siendo el 6º. Jugador en tamaño. En Estados Unidos el 80% del cemento se vende como concreto y existe poca preferencia por la presentación en sacos.
 Figura 2. Ubicaciones geográficas

Hoy ARGOS es una compañía completamente diferente

Se ha alcanzado una adecuada diversificación geográfica de la generación de ingresos y EBITDA



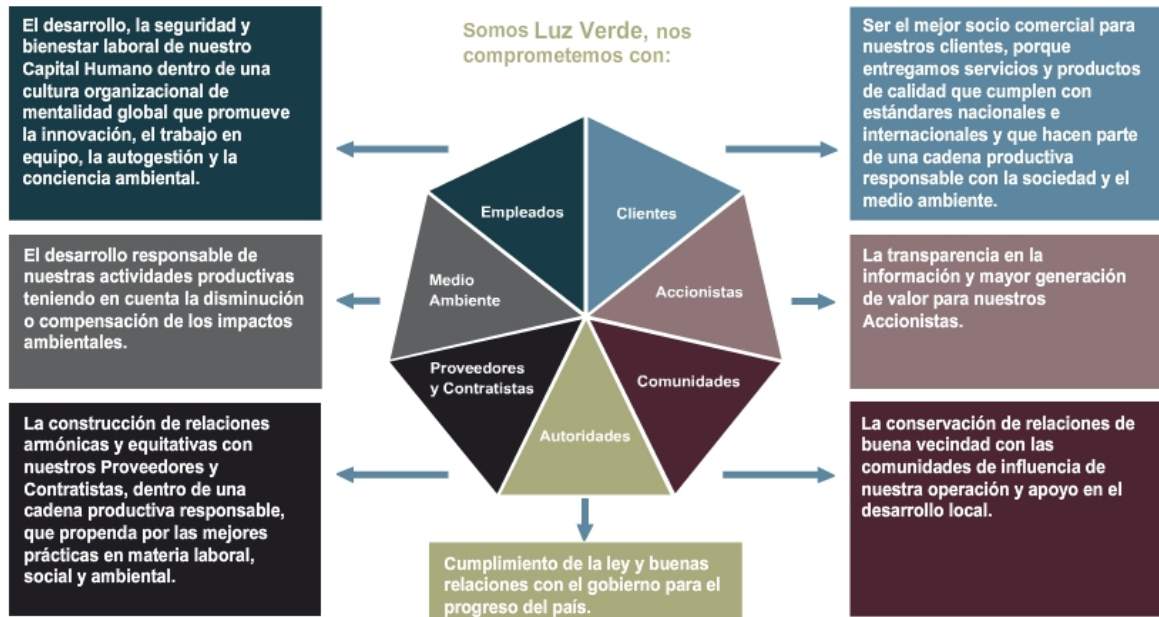
En el Mercado Nacional somos líderes con una participación del 51% y perspectivas positivas de crecimiento por los proyectos de infraestructura y políticas de construcción de vivienda, incentivados por el gobierno. (Figura 2)

Dentro de los objetivos Corporativos para el 2015 se proyectan ingresos de US 4 Billones de Dólares, con crecimientos actuales de consumo per cápita de cemento de 195 a 355 Kgs, los cuales son estándares mundiales, con una producción Internacional instalada del 75% del Total de la operación. También se contempla contar con un Mantenimiento de Clase Mundial dentro de un Programa de Optimización de la Gestión de Mantenimiento OGM, enmarcado todo lo anterior dentro de nuestra Política de Sostenibilidad. La cual involucra todos los grupos de interés en la búsqueda del equilibrio entre la generación de rentabilidad, el desarrollo social y la disminución del impacto ambiental apoyados en los principios del Pacto Global y de Buen Gobierno. (Figura 3.)

1.2 PROCESOS

Argos tiene estructurados con jerarquía piramidal y en orden de importancia sus procesos de acuerdo a la siguiente clasificación:

Figura 3. Política de Sostenibilidad



- Procesos de Gestión Estratégica
- Procesos Negocios Estratégicos
 - Cemento
 - Concreto
- Procesos Recursos Estratégicos
 - Logística
 - Minería: Carbón, caliza, agregados
 - Forestal
- Procesos de Apoyo

Son integradas las necesidades y satisfacción del Cliente en nuestra Cadena de Valor a través de los Macro procesos Principales y de Apoyo, cada uno de ellos compuestos con sus respectivos procesos y subprocesos, perteneciendo a estos últimos el proceso de Mantenimiento de Cemento y Concreto, autónomos en su gestión (Figura 4).

Enmarcados en la filosofía de Mejoramiento Continuo y del Ciclo PHVA los subprocesos de Mantenimiento Concretos son:

- Planeación

- Ejecución
- Confiabilidad

Figura 4. Cadena de Valor



1.3 DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO

El concreto, también llamado hormigón, es una mezcla de cemento, agua, arena y grava, a los cuales eventualmente se les incorporan aditivos que le dan diferentes propiedades generando distintos tipos de concreto.

En estado fresco es una mezcla semilíquida que puede ser moldeada y compactada con relativa facilidad, pero a medida que el cemento reacciona químicamente con el agua, se endurece, se torna rígido y comienza a adquirir el aspecto, comportamiento y propiedades de un cuerpo sólido, hasta convertirse en un material durable y mecánicamente resistente.

Su resistencia y duración dependen de la calidad y limpieza de los materiales usados en su fabricación, de la proporción o relación de los materiales en la mezcla, de la forma de mezclado y del tiempo transcurrido desde su preparación. Puede adquirir prácticamente cualquier forma, dependiendo del molde o formaleta que se utilice y del refuerzo de acero que se emplee para construir estructuras sólidas y flexibles.

Sus principales usos son las estructuras (columnas, vigas, losas, muros estructurales, fundaciones) y los llenos. Es muy utilizado por ser económico,

porque no lo afecta el sol ni el agua y porque no lo atacan los animales ni las plagas.

Como producto final está compuesto de los siguientes elementos:

- Cemento
- Agregado grueso – Grava
- Agregado fino – Arena
- Agua
- Aditivos, fibras ,pigmentos

Estos elementos son dosificados en diferentes proporciones de acuerdo a su aplicación, siendo la proporción de Agregados la mayor en volumen de aproximadamente 70 %,del cemento un 20%, agua un 6% y los aditivos el porcentaje restante.

En la Figura 5 se muestra un esquema del proceso de Producción del Concreto el cual lo podemos resumir en los siguientes pasos:

1. Selección y definición de componentes- Diseño

De acuerdo al requerimiento del cliente, Obra o Proyecto es validado el diseño correspondiente por el Área de Calidad, quien lo entrega a Operaciones para iniciar el proceso de Fabricación y asegurar se entregue el producto solicitado.

2. Recepción ,Manejo, Almacenamiento y Control de Materiales

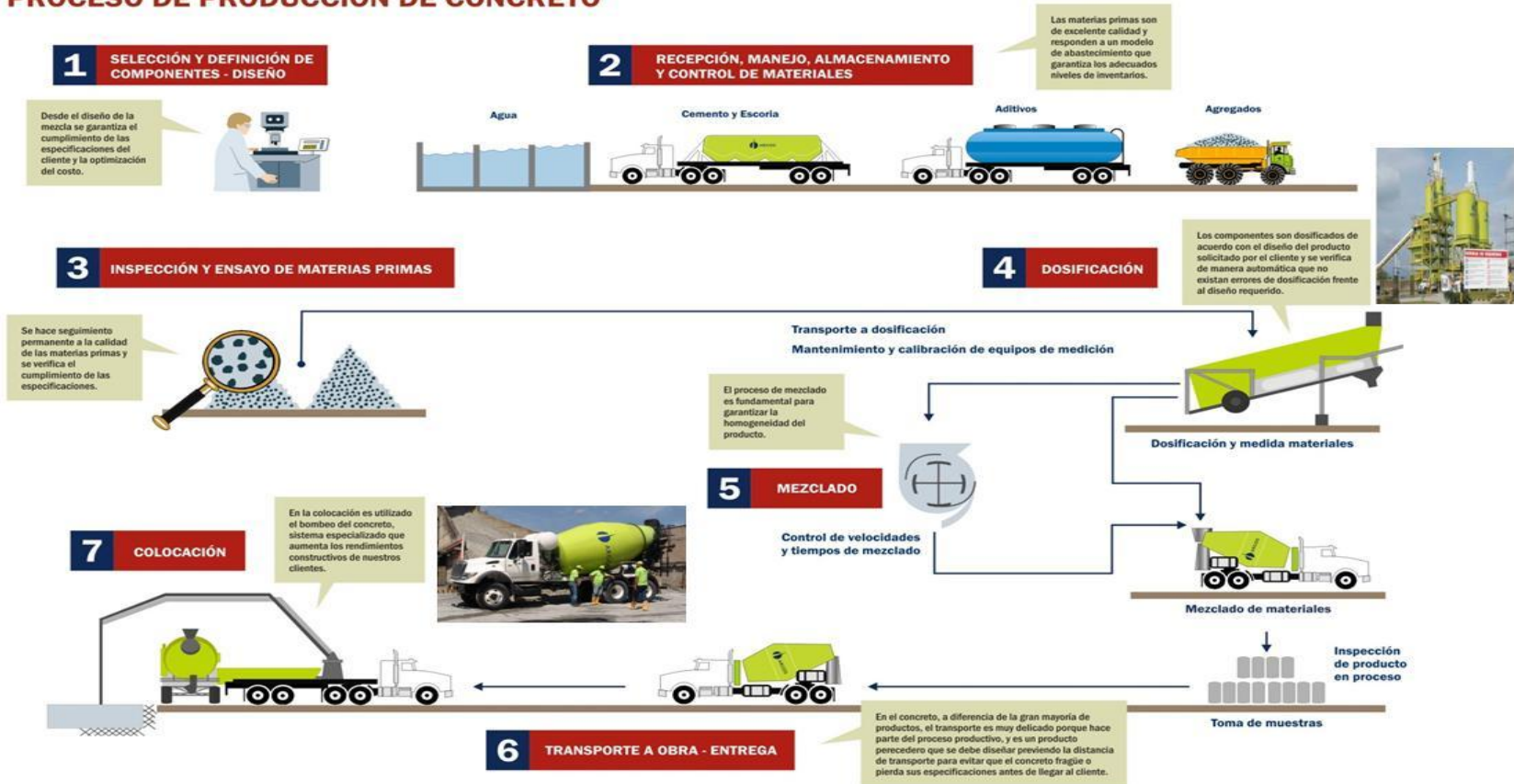
Las Materias primas requeridas en el proceso como son ,cemento ,agregados y aditivos principalmente son recepcionadas y almacenadas de distintas formas, para el caso de los agregados en patios a cielo abierto cuidando especialmente el grado de humedad ,el cemento y escoria en silos de diferentes capacidades ,los aditivos en tanques verticales y el agua en un volumen considerable se obtiene de un ciclo de recirculación interno por plantas con el aprovechamiento de las aguas lluvias y en menor cantidad hace parte del suministro domiciliario del acueducto. Se cuenta con un Plan de Abastecimiento y Control de Diseño muy estricto con el fin de garantizar un desarrollo normal y permanente de la operación muy ajustado a las variaciones puntuales del mercado.

3. Inspección y Ensayo de Materias Primas

Inicialmente el Área de Calidad realiza la inspección y ensayo de las distintas Materias primas, asegurando el cumplimiento de las especificaciones requeridas

Figura 5. Proceso de producción concreto

**PASO A PASO
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CONCRETO**



de las mismas para incorporarlas en el ciclo productivo. Se cuenta con un Software de seguimiento integral de Calidad y procedimientos claramente establecidos a lo largo de todo el proceso el cual se está monitoreando permanentemente en los diferentes pasos de la fabricación buscando garantizar la unidad de criterio, la independencia en la toma de decisiones que impacten la calidad, la confiabilidad del producto y la optimización de costos, agregando con todo lo anterior la generación de valor al cliente final.

4. Dosificación

De acuerdo a los diseños validados se procede con la dosificación adecuada de cada una de las materias primas de manera automatizada por peso de material y con un banco de fórmulas alimentadas en la memoria del computador que opera el sistema. Las unidades de Dosificación o plantas de Concreto presentan algunas diferencias de forma y capacidades pero su función principal es la descrita inicialmente resumida en entregar las materias primas de acuerdo a la formulación establecida.

5. Mezclado

El proceso de mezclado del total de las materias primas es fundamental para garantizar la homogeneidad del producto final teniendo especial relevancia la velocidad y tiempo utilizados. Algunas de las Unidades de Dosificación incorporan un mezclador al final del dicho proceso pero en su mayoría los elementos dosificados son entregados a la unidad Móvil de mezclado conocida como hormigonera o camión Mixer el cual cumplirá con los 2 objetivos de mezclar y transportar el concreto a la obra o proyecto solicitante el cual corresponde al siguiente paso del proceso

6. Transporte a obra- Entrega

En el proceso de fabricación del concreto, a diferencia de la gran mayoría de productos, el transporte es muy delicado porque hace parte del proceso productivo siendo un producto perecedero que se debe diseñar previendo la distancia de transporte para evitar que fragüe o pierda sus especificaciones antes de llegar al cliente. Las variables externas manejadas en esta parte del proceso como son el tráfico, las condiciones ambientales etc. hacen del operador un factor de especial relevancia para el éxito de la entrega, razón por la cual debe tener una formación integral bien consolidada y confiable. Una vez transportado el producto se ha de determinar la forma más adecuada o requerimiento de colocación, parte final del proceso.

7. Colocación

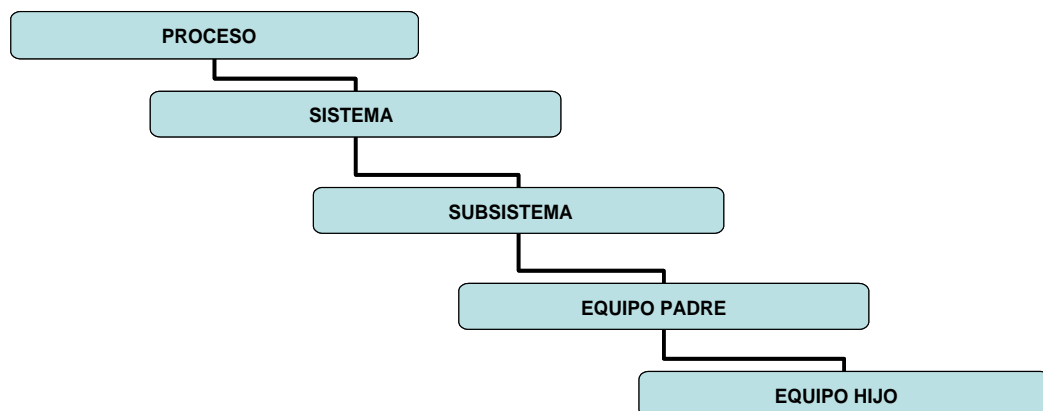
De acuerdo al requerimiento de la obra o proyecto el concreto se descarga en forma directa de la Hormigonera en el sitio en donde finalmente ha de quedar

(vías, fundaciones, losas) o se colocara en equipos como plumas, sistemas especializados de bombeo para otras aplicaciones (columnas, vigas, muros estructurales a gran altura) también para su ubicación final, logrando con lo anterior aumentar el rendimiento de construcción del cliente final.

1.4 ACTIVOS MANTENIBLES

Conservando como objetivo principal el garantizar una operación segura de los activos productivos de los procesos de Concreto, agregados y prefabricados a partir de un Mantenimiento Oportuno y Eficaz, maximizando su rendimiento y optimizando los costos a lo largo de su ciclo de vida, se tiene diseñada una Estructura Organizacional de los Activos Mantenibles (Figura 6) la cual obedece a una interrelación lógica de agrupación que se utiliza financiera y productivamente en todas las plantas de la compañía. Estas se dividen en Sistemas y Subsistemas donde se agrupan los Equipos Padres subdividiéndose estos en Equipos Hijos y componentes.

Figura 6. Activos Mantenibles



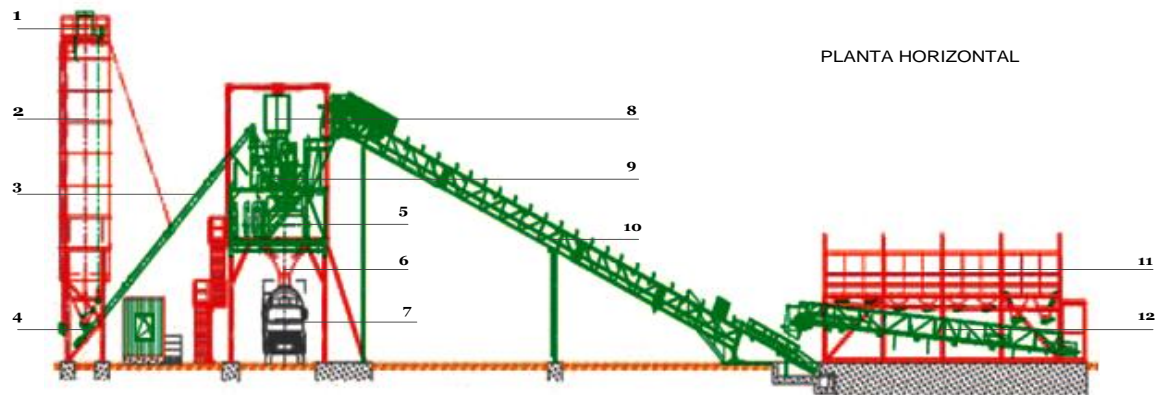
Paralela a esta Estructuración se tienen establecidos 3 frentes en donde se agrupan los Activos Representativos descritos a continuación:

- Producción
- Distribución
- Entrega

En el frente de Producción tenemos las Plantas Dosificadoras, las cuales pueden venir con el Mezclador como elemento adicional incrementando su rendimiento y con una disposición Tipo Vertical u Horizontal, refiriéndose esta última prácticamente al almacenamiento de los agregados.

En la Figura 7 se describen los componentes principales de una disposición Horizontal.

Figura 7. Planta Disposición Horizontal



- | | | | |
|----|---|-----|-----------------------------------|
| 1. | Filtro colector de polvos silo | 7. | Mixer |
| 2. | Silos de Cemento y escoria | 8. | Filtro colector polvos sinfin |
| 3. | Sinfines de Cemento y escoria | 9. | Bascula de Cemento |
| 4. | Motoreductores de Cemento y escoria | 10. | Banda transportadora de agregados |
| 5. | Bascula de agua y aditivos (cuentalitros) | 11. | Tolva de agregados |
| 6. | Tolva de descarga a Mixer | 12. | Banda bascula de agregados |

En la Figura 8 se describen los componentes principales de una disposición de Planta Vertical.

La aplicación principal para el caso de Argos es la disposición Horizontal y un porcentaje bajo cuenta con mezclador el cual requiere un nivel de atención de mantenimiento sobresaliente respecto a los demás componentes, aunque implique lo anterior un rendimiento de operación mayor. Su capacidad esta medida en los metros cúbicos por hora entregados los cuales se ubican entre 70-150 m³/hr.

Para el frente de Distribución se tiene como activo principal la Hormigonera o Mixer para la cual en la figura 9 se describen sus componentes principales,destacándose el chasis camión y el sistema propiamente mezclador encargados cada uno de ellos respectivamente de ubicar el producto en el sitio requerido por el cliente con las condiciones de calidad apropiadas para el fin requerido.Su capacidad esta medida por los metros cúbicos transportados siendo el promedio entre 7-8 m³

Figura 8. Planta Disposición Vertical

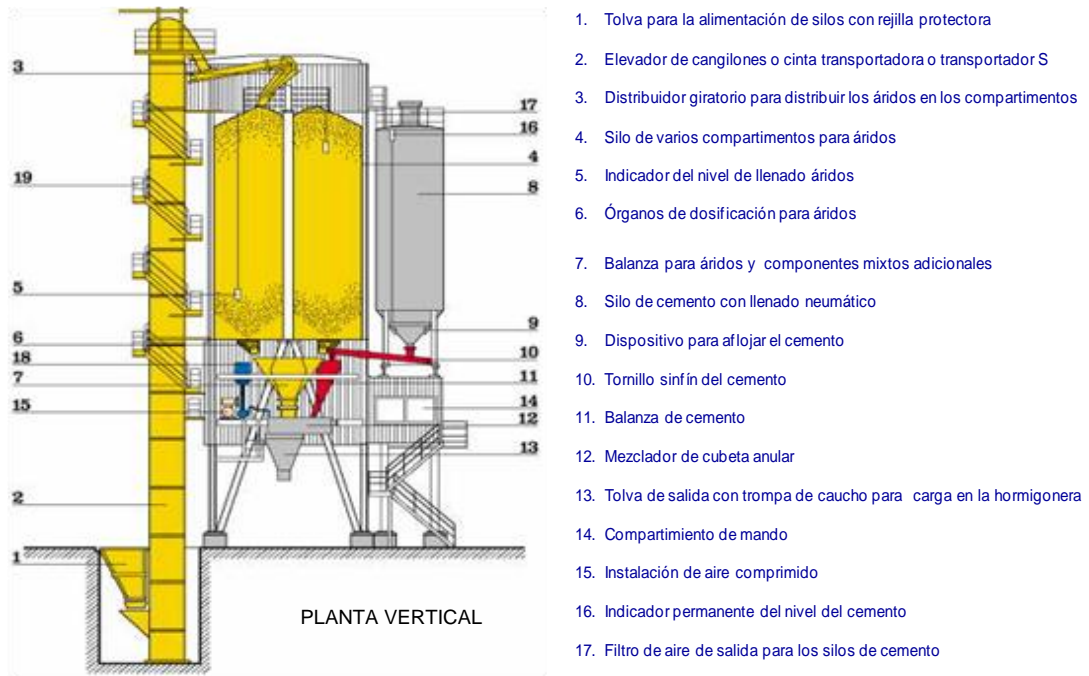
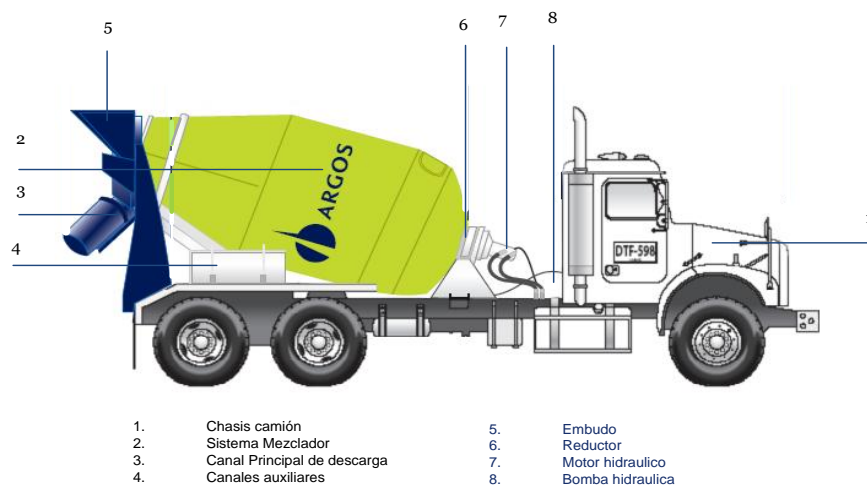


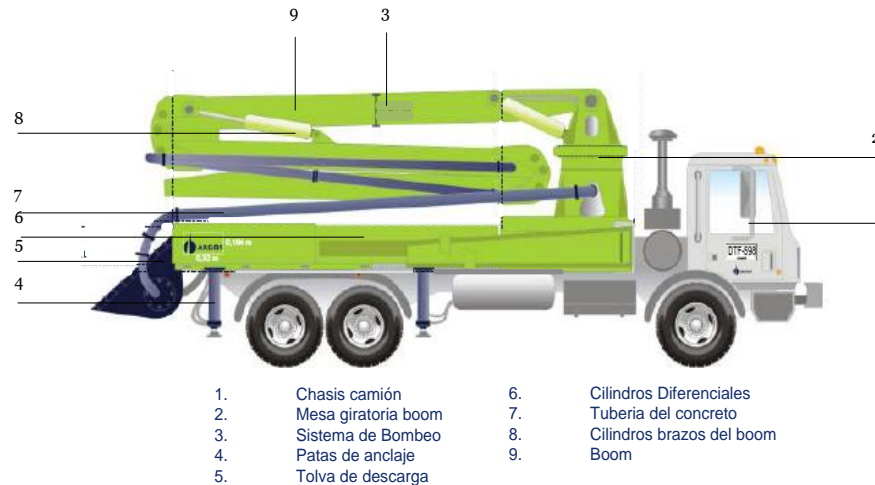
Figura 9. Componentes Hormigonera o Mixer



Para el frente de Entrega el Activo Padre representativo se conoce como Autobomba o Bomba estacionaria mostrado en la Figura 10, para la cual sus sistemas principales son también el chasis camión y el sistema de Bombeo propiamente dicho cumpliendo este último con la función de colocar el concreto a las alturas requeridas o sitios de difícil acceso en el cual es necesario utilizar tramos de tubería de gran longitud. De sus características técnicas la de mayor

relevancia a considerar es la longitud de alcance de su brazo extendido llamado boom el cual en este momento es de 36 metros.

Figura 10. Componentes Bomba



1.5 ANTECEDENTES DE MANTENIMIENTO

El Mantenimiento actual se ubica en una Fase reactiva con una participación de preventivo medianamente aceptable basado en los catálogos de Maquina entregados por los fabricantes , su evolución además de ser lenta se mantiene en esta fase con exigencias de disponibilidad permanente del 100% de los equipos no permitiendo dar paso a una ampliación del Mantenimiento Planeado conllevando lo anterior también a una relación de tensión permanente con Operaciones por falta de acuerdos de nivel con buena argumentación .

Se maneja un alto índice de contratación en Outsourcing con los cuales se hace difícil el control de costos y supervisión de los trabajos realizados a falta de mecanismos de adecuada contratación y sanción para dar cumplimiento a los requerimientos exigidos.

La estructura vigente se queda corta ante el crecimiento actual y proyectado del número de Activos producto de una muy buena promesa del Mercado por las políticas implementadas por el Gobierno y del propósito interno de la Compañía de consolidarse a Nivel Nacional e Internacional.

En cuanto a los Activos no se cuenta con una valoración de criticidad de los mismos, básico para la implementación de un eficiente programa preventivo y predictivo.

El control de Indicadores se centra en el Cumplimiento de Gasto de presupuesto , Disponibilidad de Equipos y Cumplimiento del Preventivo solamente haciéndose necesaria reevaluar la creación de un Cuadro de Control BSC más estructurado.

2. CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO

2.1 TECNICAS DE MANTENIMIENTO

El concepto inicial de Mantenimiento es ser el conjunto de actividades realizadas sobre los equipos e instalaciones que intervienen en un proceso, para mantenerlos en el estado operativo que se desea. Se tiene una clara diferencia con el concepto de Reparación el cual es el conjunto de actividades realizadas sobre los equipos e instalaciones que intervienen en un proceso y que se encuentran en mal estado, para reparar sus defectos y devolverlos al estado normal de operación. De lo anterior se desprenden las distintas Técnicas de Mantenimiento las cuales son paralelas prácticamente a la evolución del mismo. El rastro de esta evolución se puede seguir a través prácticamente de 3 generaciones las cuales arrancan desde la década de los 30 hasta nuestros días como se ve en la figura 11

2.1.1 Mantenimiento Correctivo

Mantenimiento nace como el área encargada de reparar equipos, corregir averías y desgastes. Para el desarrollo tecnológico no se requería prevenir los problemas ni estaba en las expectativas del usuario del servicio.

Solo se interviene el equipo cuando este se para, convirtiéndose en Bomberos en un estado permanente de apagar incendios.

2.1.2 Mantenimiento Programado

Se empieza a pensar en la vida útil de partes y equipos y a programar paros para el cambio de dichas partes por su fin de vida útil. Existe un incipiente pero efectivo monitoreo de vida útil de partes. Estadística sobre la duración y eficiencia de partes de equipos.

Se realizan paros para reconstruir equipos. Se programa paro para intervenir todo el equipo, pretendiendo dejar este en el estado original.

El servicio de Mantenimiento se convierte en un costo exagerado y de paros prolongadas

2.1.3 Mantenimiento Preventivo

Por definición es el paro del equipo en estado productivo para realizarle los ajustes en partes que garanticen la continuidad de la producción, buscando prevenir la aparición de daños y la corrección de estos cuando se presenten en estado incipiente.

La misión de mantenimiento es la de “mantener” calibrados los equipos, realizar los ajustes necesarios, rutinizar el servicio hacia producción, y establecer dichas frecuencias de revisión, inspección y calibración de dichos equipos, acordando con el cliente interno los paros para las revisiones. “GARANTIZADORES DEL EQUIPO”:

Mantenimiento se asume como área staff de apoyo a producción. Entra en una relación directa con su cliente interno a través de la calidad y el paro improductivo.

2.1.4 Mantenimiento Predictivo

Posibilita diagnosticar sin parar el equipo para determinar fin de vida útil del repuesto, basado en el muestreo, análisis y registro de variables, que pueden “predecir” el final de vida útil de un repuesto o parte y su posible falla.

Se interviene el equipo cuando se anuncia fallo de este.

“MEDIDORES DE CONDICIONES”:

Mantenimiento garantiza la disponibilidad del equipo sin tener que parar este, diagnosticando condiciones de trabajo hasta el paro para de mantenimiento preventivo.

Figura 11. Evolución del Mantenimiento



En la segunda generación el costo del Mantenimiento comenzó a crecer rápidamente con relación a otros costos operacionales creando la necesidad además de buscar la manera de maximizar la vida útil de los activos y bienes, generando lo anterior el desarrollo de sistemas de planeación y control de

Mantenimiento con técnicas las cuales adquieren un matiz de filosofías empresariales como el TPM –Mantenimiento Total Productivo y el RCM- Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

Para la Tercera generación son de criticidad relevante la confiabilidad y disponibilidad de los activos así como las consecuencias para el medio ambiente y la seguridad, tornándose para las organizaciones en una cuestión de supervivencia y Mejoramiento continuo. Se referenciaran el Mantenimiento proactivo y de Clase Mundial para esta última .

2.1.5 Mantenimiento Proactivo

Utiliza una Metodología en la cual el diagnóstico y las tecnologías de orden predictivo son empleadas para lograr aumentos significativos de la vida de los equipos y disminuir las tareas de mantenimiento, erradicando y controlando las causas de fallas de las maquinas. Mediante este mantenimiento se busca es la causa raíz de la falla, no solo el síntoma.

La integración de herramientas del TPM y RCM se logra mediante la táctica proactiva .Conjuntamente con el TPM y RCM también se utiliza la mayoría de instrumentos básicos y avanzados, genéricos y específicos (particularmente todos los asociados a fallas),también maneja los indicadores CMD-Confiabilidad ,Mantenibilidad,Disponibilidad; deduciéndose con lo anterior en ser una Técnica integradora de las anteriormente mencionadas e inclusive de nuevas como el PMO-Optimización del Plan de Mantenimiento.

2.1.6 Mantenimiento de Clase Mundial WCM-World Class Maintenance

Definido como el mantenimiento sin desperdicio, donde este es la diferencia entre cómo se realizan las diferentes acciones en la actualidad y el deber ser óptimo de las mismas. Se basa en anticiparse a lo que suceda en el futuro, su función es convertir cualquier clase de reparación o modificación en actividades planeadas que eviten fallas a toda costa. La orientación de su gestión requiere que se tenga un alto nivel de prevención y planeación, soportado en un adecuado sistema gerencial de información de Mantenimiento (CMMS),muy orientado hacia las metas y objetivos fijados previamente y realizando las cosas que haya que hacer en la forma más correcta posible con el mayor grado de profundidad científica.

Utiliza el benchmarking como herramienta para alcanzar mejores costos, mejor productividad y máxima competitividad a través del mejoramiento continuo (Boxwell, 1994).

Las empresas ubicadas en varios países o continentes son las llamadas a utilizar intensivamente la táctica de clase mundial, esto los obliga a cumplir normas y tratados internacionales.

2.2 INDICADORES

Las diferentes empresas y asociaciones de Mantenimiento, establecen diversos indicadores de gestión u operación mediante los cuales hacen un control muy particular de su manejo empresarial, por lo cual es muy lógico encontrar múltiples indicadores que persiguen fines muy particulares de las instituciones que los construyen, la recomendación es trabajar con indicadores de corte internacional y de validez mundial como son el LCC (Costo de Ciclo de Vida) y el CMD (Confiabilidad-Mantenibilidad-Disponibilidad) conocido como indicador universal relacional de los sistemas de mantenimiento y producción

2.2.1 Tero tecnología –LCC

Es la ciencia integradora de todos los aspectos del enfoque kantiano de mantenimiento, a través de ella se logran integrar todos los niveles de mantenimiento junto con sus elementos estructurales y sus relaciones gobernadas por las leyes del CMD. Es en la terotecnología donde se apoya el concepto del costo económico Integral del Ciclo de Vida LCC y a partir de allí donde se establecen los indicadores magnos de mantenimiento: efectividad, LCC y CMD

2.2.2 Gestión de Activos

Las empresas día a día se enfrentan a la difícil situación de tener que incorporar, administrar y mantener una mayor cantidad de activos fijos para poder atender los mismos mercados con los mismos servicios y productos, esto genera entonces la necesidad de desarrollar una metodología de gestión de activos basada en costos e indicadores CMD que garanticen que estos generen cada vez más ingresos y menos gastos.

Es el LCC y la metodología de Gestión de Activos la única forma de enfrentar estos hechos que conducen cada vez más a la necesidad de desarrollar metodologías científicas, prácticas y útiles que permitan controlar los costos durante su ciclo integral de vida, con apoyo de los indicadores estratégicos de LCC, CMD y costos integrales.

El impacto de su implementación se refleja en sus cuatro objetivos principales: reducción de costos en la gestión y operación del mantenimiento, aumento de la disponibilidad de los equipos y líneas de producción, incremento de la vida útil de los activos y disminución de los niveles de inventarios de repuestos e insumos.

La Gestión de Activos según PASS 55 (Especificación para la gestión optimizada de activos de infraestructura física –Institute of Asset Management) . “Son todas aquellas actividades y prácticas sistemáticas y coordinadas a través de las cuales una organización gerencia de manera óptima sus activos físicos y el comportamiento de los equipos, riesgo y gastos durante su ciclo de vida útil con el propósito de alcanzar su plan estratégico organizacional “.

Para lo anterior se requiere que la organización cuente con:

- La Política de Gestión de Activos : La Alta Gerencia de la organización establece una política de Gestión de Activos la cual se basa y es consistente con el plan estratégico organizacional ,provee con este último la estrategia del Modelo de Gestión de Activos,los objetivos ,metas y planes que se esperan del modelo de gestión ,es consistente con el marco organizacional para la administración de los riesgos y es apropiada a la naturaleza y escala de los activos físicos de la organización y sus operaciones
- Información, riesgos y planeación del activo: La organización debe establecer un sistema de información de los activos el cual debe proveer un soporte adecuado para . el desarrollo y logro de la política, la estrategia de gestión, la administración del riesgo, la evaluación y control, operación, acciones preventivas, correctivas y de mejora y revisiones por la dirección. La organización establece y mantiene planes para gestión del activo que permitan alcanzar la estrategia, objetivos ,metas incluyendo el diseño CAPEX (Capital Expendings),OPEX (Operacional Expendings),decomisionamiento ,disponibilidad de partes y repuestos.
- Implementación y operación: estructura de roles, responsabilidades y autoridad consistente con las metas y objetivos de la política.
- Revisión y acciones correctivas: La organización establecerá actividades y procedimientos para el monitoreo y medición de los procesos del modelo de gestión así como de desempeño y condición de los activos físicos mismos.

2.3 MODELO ÓPTIMO DE GESTION DE MANTENIMIENTO

Para el análisis de un Modelo de Gestión óptimo aplicable centraremos la atención en los conceptos de RCM y PMO con extensión a la posible aplicación de TPM y teniendo como directriz estratégica la Gestión de Activos .

Una metodología de estadística y el manejo de un buen Mantenimiento Preventivo (PM) son el fundamento común a los modelos mencionados buscando determinar el comportamiento de los equipos y su frecuencia óptima de intervención necesaria para lograr el costo Total Mínimo de Mantenimiento.

2.3.1 RCM - Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) es un proceso desarrollado por la Industria de la Aviación Civil en USA .Su fin primordial es ayudar al personal de Mantenimiento, a determinar las mejores prácticas para garantizar la Confiabilidad de las funciones de los activos físicos mantenibles y para manejar las consecuencias de sus fallas.

El Objetivo primario del RCM es conservar la función del sistema, antes que la función del equipo. La metodología lógica del RCM, que se deriva de múltiples investigaciones se puede resumir en 6 pasos:

- Identificar los principales sistemas de la Planta y definir sus funciones
- Identificar los Modos de Falla que puedan producir cualquier falla funcional
- Jerarquizar las necesidades funcionales de los equipos usando Análisis de Criticidad
- Determinar la Criticidad de los efectos de las fallas funcionales
- Emplear el Diagrama de Árbol Lógico para establecer la estrategia de Mantenimiento
- Seleccionar las actividades preventivas u otras acciones que conserven la función del sistema

El RCM es un enfoque sistémico para diseñar programas que aumenten la Confiabilidad de los Equipos con un mínimo costo y riesgo; para ello combina aplicaciones técnicas de Mantenimiento Autónomo, Preventivo, Predictivo y Proactivo mediante estrategias justificadas técnica y económicamente. La Información almacenada en las hojas de trabajo de RCM minimiza los efectos de rotación del personal y de falta de experiencia.

Las premias básicas para el diseño de cualquier proyecto de RCM que propenda por la Optimización del Mantenimiento deben ser:

- Lo fundamental es la disponibilidad de los equipos
- El interés principal debe ser la función que estos desempeñan
- Se debe cuestionar todo plan no sustentado por Análisis de Confiabilidad
- El análisis debe ser sistemático, tanto en extensión como en profundidad.

De acuerdo con la norma SAE JA-1011 editada en Agosto de 1999, un programa debe asegurar que las siete preguntas básicas sean contestadas satisfactoriamente en la secuencia mostrada:

- Cuáles son las funciones asociadas al activo en su actual contexto operacional (funciones)?
- De qué manera puede no satisfacer sus funciones (fallas funcionales)?
- Cuál es la causa de cada falla funcional (modo de fallas)?
- Que sucede cuando ocurren las diferentes fallas (efectos de las fallas)?
- De qué manera afecta cada tipo de fallas (consecuencia de las fallas)?
- Que puede hacerse para prevenir/predecir cada falla (tareas probables e intervalos de las tareas)?
- Que debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada (acciones preestablecidas)?

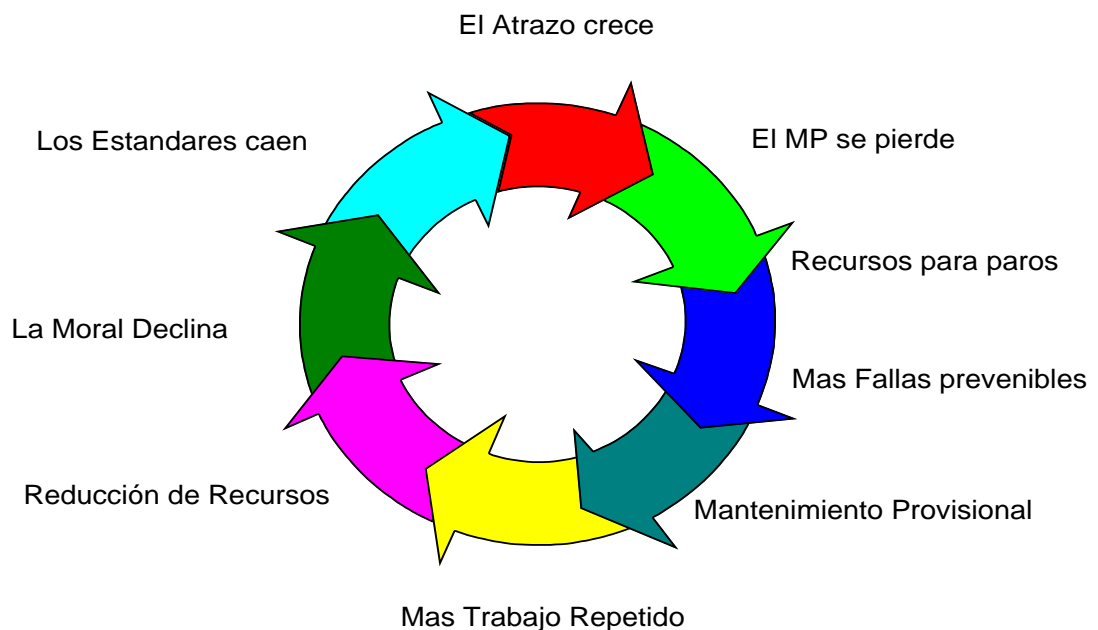
El resultado de cada análisis de RCM de un equipo es una lista de responsabilidades de mantenimiento que permiten aumentar la Disponibilidad,

Confiabilidad y rendimiento operativo del equipo, con un alto nivel de eficiencia de costos.

2.3.2 PMO-Optimización del Plan de Mantenimiento

Es un método diseñado para revisar los requerimientos de Mantenimiento, el historial de fallas y la información técnica de los activos en operación .La teoría básica del PMO parte del análisis del ciclo reactivo del mantenimiento mostrado en la figura 12,adaptado por Steve Turner

Figura 12. Ciclo Reactivo



El PMO facilita el diseño de un marco de trabajo racional y rentable, cuando un sistema de PM está consolidado y los equipos están bajo control. Esto implica una buena experiencia en hacer mantenimiento planeado. A partir de ahí ,las mejoras se pueden alcanzar fácilmente con la adecuada asignación de recursos y el personal de mantenimiento puede enfocar sus esfuerzos en los defectos de diseño de la planta y equipos ,o en las limitaciones operativas .

Un sistema PMO es base para una Ingeniería de Confiabilidad efectiva y para la adecuada eliminación de defectos, teniendo en cuenta que:

- Se reconocen y resuelven los problemas con la información exacta.
- Se logra un efectivo uso de los recursos
- Se mejora la productividad de los operarios y del personal de mantenimiento

- El sistema se adapta a las situaciones y los objetivos específicos de cada cliente
- La optimización del PM motiva al personal

Mientras que el PMO utiliza el historial de fallas existentes como una entrada en la revisión de actividades del PM, reconoce que en la gran mayoría de las empresas, la información contenida en sistemas CMMS, tiende a ser inexacta e incompleta y busca corregirla. La fuerza fundamental de un programa de PMO es que todas las acciones de mantenimiento tienen valor agregado y que el sistema motiva mejoras en muchos otros aspectos del manejo de los activos físicos de la empresa, aparte de los análisis básicos de mantenimiento.

2.3.3 Diferencias entre PMO y RCM

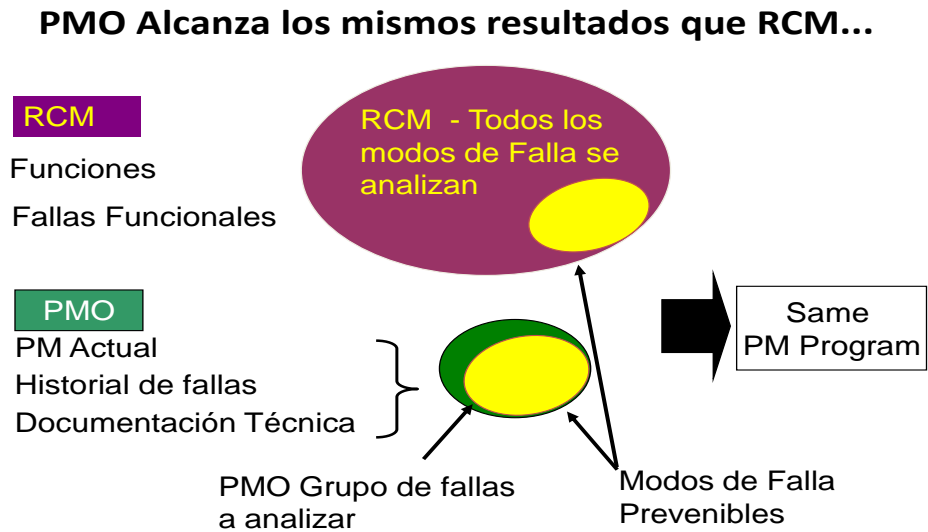
RCM y PMO son dos productos completamente diferentes con el mismo objetivo; definir los requerimientos de mantenimiento de los activos. Sin embargo los Gerentes de los Activos deben entender que están diseñados para ser utilizados en situaciones totalmente diferentes. RCM fue diseñado para desarrollar el programa inicial del mantenimiento durante la etapa de diseño del ciclo de vida de los activos (Moubray 1997) mientras que PMO ha sido diseñado para usarlo una vez los activos están en uso.

Como resultado PMO es un método de revisión mientras que RCM es un proceso de fundación. A pesar de que los dos generan el mismo programa de mantenimiento, PMO es un análisis mucho más efectivo y flexible que RCM, ya que inicia el trabajo desde un programa de mantenimiento razonablemente bueno y toma en cuenta la experiencia de operación y las características de falla de la planta.

La diferencia central metodológica entre RCM y PMO radica en la forma en que se generan los modos de falla. Figura 13

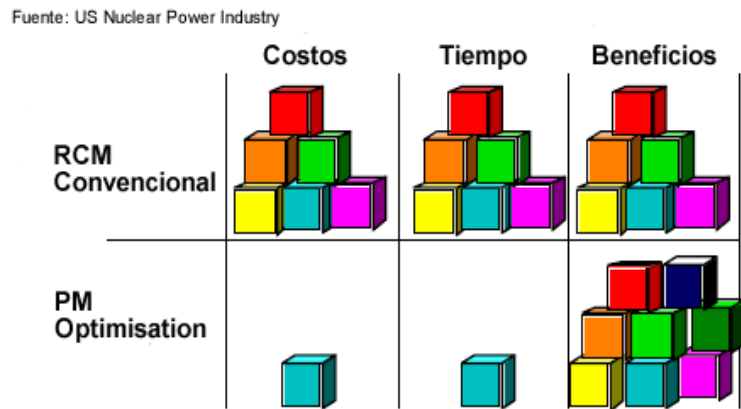
- RCM genera una lista de los modos de falla desde un riguroso análisis de todas las funciones, después de considerar todas las posibles fallas funcionales y de una valoración de los modos de falla que se relacionan a cada falla funcional. RCM busca analizar todos los modos de falla en cada equipo del sistema a analizar.
- PMO genera una lista de modos de falla desde el plan de mantenimiento actual, de una evaluación del historial de fallas y de la revisión de documentación técnica.

Figura 13. Diferencia RCA-PMO



Las diferencias entre los dos enfoques son que PMO maneja una cantidad mucho menor de modos de falla que RCM y llega a los modos de falla de manera más rápida. La experiencia en la industria de energía nuclear de los Estados Unidos ha demostrado que en promedio PMO es seis veces más rápida que RCM en generar resultados (Johnson 1995). Las razones principales por las cuales PMO es más rápida que RCM respecto a costos, tiempo y beneficios son las siguientes .Figura 14

Figura 14. Eficiencia PMO



1. Los modos de falla insignificantes no son analizados por PMO mientras que RCM analiza todos los modos de falla posibles
2. Usando la metodología de PMO varios modos de falla se unen y se analizan en conjunto, mientras que RCM analiza cada modo de falla por separado
3. Con PMO el análisis detallado de las funciones es un paso opcional. La función del equipo se determina en el análisis de consecuencia de falla, ya que en definitiva la pérdida de la función es consecuencia de cualquier falla.

También se concluye de acuerdo a la experiencia en PMO que en un análisis completo de RCM en un sistema el 80 % de los modos de falla se manejan bajo el mantenimiento no programado, aumentando este número en equipos electrónicos como los PLC y disminuyendo en equipos que cuentan con partes en movimiento como un conveyor. Esto es porque el análisis encuentra que no hay solución por parte de mantenimiento para el 80 % de los modos de falla, estos modos de falla habrían podido ser filtrados al inicio del análisis para no perder la calidad del mismo. Es claro también que el inconveniente de este enfoque es que aquellos modos de falla que puedan resultar peligrosos y ser omitidos, tiene como herramienta de detección también la realización de un FMECA de escritorio.

2.3.4 Aplicabilidad del Mantenimiento Productivo Total TPM

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un moderno sistema gerencial de soporte al desarrollo de la industria, que permite con la participación de todo el personal de la organización tener equipos de producción siempre listos. Su metodología, soportada por varias técnicas de gestión, establece algunas estrategias adecuadas para mejorar la productividad empresarial, con miras a lograr afrontar con éxito y competitividad, el proceso de globalización y apertura de la economía.

La filosofía del TPM hace parte del enfoque hacia la Calidad Total. Mientras la Calidad Total pasa de hacer énfasis en la inspección y selección, a hacer énfasis en la prevención el TPM pasa del énfasis en la simple reparación al énfasis en la prevención y predicción de las averías y del mantenimiento de las máquinas.

El TPM incluye las cinco metas siguientes

- Mejora de la Eficacia de los Equipos
- Mantenimiento Autónomo por operadores
- Planeación y programación óptima de un sistema Preventivo - Predictivo
- Mejoramiento de la habilidad operativa
- Gestión Temprana de Equipos para evitar problemas futuros.

En el TPM todos los problemas de operación de los equipos se consideran pérdidas de su función, las cuales deben ser monitoreadas y agrupadas en “las seis grandes pérdidas:

- Pérdidas por Averías
- Pérdidas de Preparación y Ajustes
- Inactividad y Paradas Menores
- Pérdidas de Velocidad Reducida
- Pérdidas de Puesta en Marcha
- Defectos de Calidad y Repetición de Trabajos.

El indicador de gestión clave del TPM es la Eficacia Global del Equipo (OEE), cuyo valor está definido como el producto de tres factores: la disponibilidad, el rendimiento del ciclo y la tasa de calidad .Los operarios y personal de mantenimiento se capacitan para identificar los problemas relacionados con la eficacia de los equipos y realizar análisis para determinar las pérdidas.

El Alcance del TPM ha evolucionado ampliamente desde la década de los años setenta hasta el día de hoy, al punto que se le considera actualmente como un sistema de Innovación Empresarial, sobrepasando los modelos de mejoramiento industrial del final del siglo pasado.

Sintetizando los aportes del TPM a un sistema de mantenimiento óptimo podemos decir que:

- El TPM mejora la eficiencia y eficacia del Mantenimiento.
- El TPM trabaja para llevar al equipo a su condición de diseño.
- El TPM busca la gestión del equipo y la prevención de averías y pérdidas
- El TPM requiere que el mantenimiento se lleva a cabo en cooperación activa con el personal de producción.
- El TPM necesita capacitación continua del personal.
- El TPM usa efectivamente las técnicas de mantenimiento Preventivo y Predictivo.
- El TPM mejora la moral del personal y crea un auténtico sentido de pertenencia.
- En el TPM el ciclo de vida útil del equipo se extiende, y se reducen los costos totales de operación

La aplicabilidad para este caso de estudio está enfocada en la participación activa de los operadores de equipos para lograr un involucramiento total en el reporte de anomalías.

2.3.5 Selección de Metodología Gerencial de Mantenimiento

Un Sistema de Mantenimiento Óptimo implica el uso de más de una de las técnicas modernas de Mantenimiento. Muchas plantas han usado eficientemente el TPM y otras el RCM o PMO, pero la mayoría tienen la necesidad de mejorar sus comunicaciones y el trabajo de equipo y esto se posibilita usando un modelo mixto. Cuando se integran las tres tecnologías anotadas inicialmente, con el soporte que representa el Capital Intelectual y bajo una estrategia de Gerencia de Activos, como recursos principales de la organización, se tienen los elementos constitutivos de un modelo mixto propuesto óptimo, el cual busca establecer el ciclo de vida más económico LCC de los equipos utilizando los índices de gestión más representativos. En la figura 15 se establecen los componentes primordiales de cada uno de ellos.

Figura 15. Propuesta combinada



La primera etapa para integrar TPM, RCM y PMO, es desarrollar el análisis funcional con base en RCM, de un sistema de producción de la planta. Se identifican las fallas funcionales y en lo posible la causa y efectos de cada una de ellas. El PMO genera una lista de modos de falla del programa de mantenimiento real, hace una evaluación de las fallas y el análisis de riesgos sobre la documentación técnica.

El siguiente paso es aplicar los principios del TPM para aumentar la efectividad global de los equipos, y por ende su confiabilidad y fijar las estrategias más apropiadas para la mejora continua, iniciando con las prácticas modernas del mantenimiento autónomo y las técnicas de inspección, preventivas y predictivas.

La acción del operador del equipo representa la mejor vigilancia básica de su condición, pero frecuentemente necesita el apoyo de técnicas de predicción y solución de problemas. Esto se facilita por la integración de los métodos de TPM, RCM y PMO.

La Gestión de Mantenimiento de hoy, está cambiando viejos principios por nuevos

Paradigmas de excelencia. Las prácticas de Ingeniería de la Confiabilidad, Gerencia de Activos, Indicadores de Gestión y análisis de los costos totales del mantenimiento constituyen los objetivos centrales de las empresas enfocadas en la Competitividad Internacional.

Se presenta un sistema para mejorar la programación de todas las actividades del Mantenimiento. El análisis de fallas es la etapa más importante en la determinación de un programa de mantenimiento óptimo, y éste depende del historial de fallas de los equipos durante su vida útil.

Metodologías tales como TPM, RCM, PMO, RCFA, RBI, etc., trabajan muy bien cuando se aplican coherentemente. Combinándolas se gestiona un mejor proceso, se potencia el trabajo en equipo y se disminuye el costo de operación.

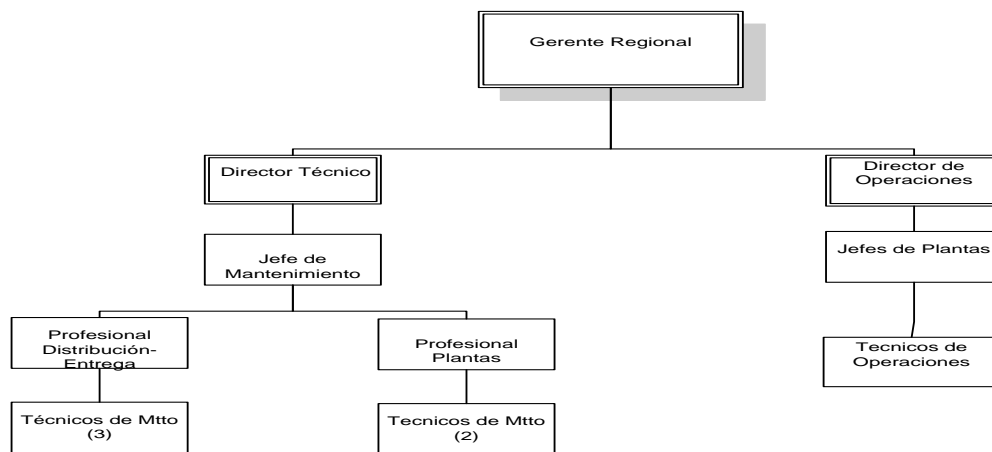
El resultado de implementar un Modelo Mixto de Confiabilidad para optimizar los procesos debe ser un mantenimiento más armonioso, más eficiente, seguro y eficaz, que logre minimizar los costos totales, y que incremente la productividad y competitividad de la organización.

3. ANALISIS ESTADO ACTUAL

3.1 ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO

La estructura de Mantenimiento está enfocada en Ejecución, de acuerdo a los frentes descritos en la unidad anterior, para lo cual se cuenta con 2 Profesionales encargados uno del frente de Plantas y el otro de Distribución - Entrega con el objetivo de buscar un balance en las cargas de Trabajo, estos a su vez dependen de un Jefe de Mantenimiento Regional el cual rinde cuentas al Director Técnico, reportando este último al Gerente Regional. Paralelo al Director Técnico y en el mismo Nivel se encuentra el Director de Operaciones con todo el bloque de personal correspondiente, dependiendo también del Gerente Regional. A nivel de Técnicos se cuenta con 3 mecánicos y un técnico hidráulico especializado, se cuenta con un auxiliar por frente para el trámite de Cuentas y otras tareas con proveedores, con los cuales se tiene un alto nivel de contratación. Figura 16

Figura 16. Organigrama Mantenimiento



La atención de fallas presentadas en los Equipos de los 3 frentes se realiza después de generado el evento en lo concerniente a averías y correctivos programables inmediatamente a partir del registro de Ordenes de Trabajo creadas por la misma Área de Mantenimiento, salvo las Preventivas las cuales por control de Horómetros automáticamente son generadas por el sistema. Se cuenta con un nivel de programación para fines de semana, el cual no es mayor al 30% de las ordenes de back log, siendo esta una de las ventanas disponibles para

Mantenimiento. Como herramienta de Administración de la información para Mantenimiento se maneja la plataforma JD Edwards ERP corporativo en donde se generan dichas OT con el correspondiente enlace de Gestión contable para el análisis respectivo.

3.2 TAXONOMIA DE LOS EQUIPOS

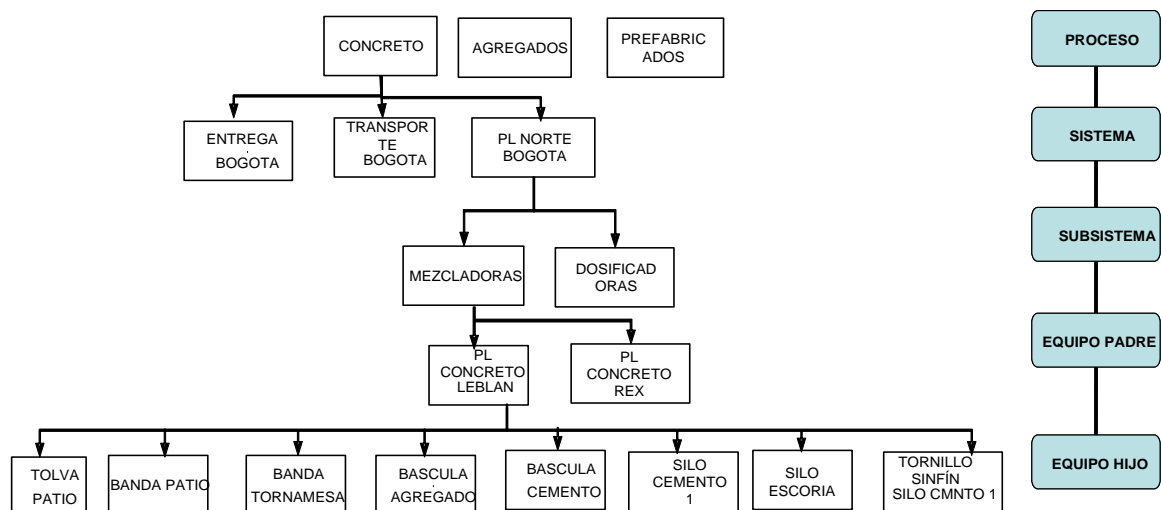
Para el proceso de concretos la taxonomía de equipos ha sido definida a nivel nacional para cada uno de los frentes o sistemas de acuerdo a los siguientes niveles. Figura 17

Algunos de los Procesos tienen Unidad de Negocio común para todos los activos que agrupa, lo cual facilita el control de gastos y presupuesto. En aquellas donde no se especifica, los activos pueden pertenecer a Unidades de Negocio diferentes.

3.2.1. Producción

Corresponde el sistema a cada una de las plantas por su ubicación geográfica, el subsistema se refiere al tipo de operación si es mezcladora o dosificadora, el equipo padre lo determina el fabricante y el equipo hijo los componentes mayores de la misma.

Figura 17 .Taxonomía de Equipos



Se busca llegar a un nivel más de clasificación para darle cabida a componentes específicos como motores, bombas de agua, reductores etc.

3.2.2. Distribución

El sistema está definido para cada una de las 4 regionales en las cuales está dividido el país es decir centro, norte, noroccidente, suroccidente. En el subsistema los equipos móviles mezcladores se agrupan y denotan como Transporte por ubicación geográfica de ciudad, es decir por ej. Transporte Villavicencio; el equipo padre es producto de la placa y número interno SNO891 Mixer 37 y el equipo hijo corresponde a la placa y componente mayor por ej. SNO891 motor.

Como en el frente de producción también se quiere llegar a un nivel más de clasificación para registrar características específicas de los componentes como bombas de dirección, embrague, reductor hormigonera etc.

3.2.3 Entrega

Por ser equipos móviles de bombeo su taxonomía es igual a los equipos de distribución, encontrándose en el equipo hijo su mayor diferenciación por la complejidad y número de componentes mayores por ej. SKK961 Sistema de bombeo. Igualmente los rodillos pavimentados y reglas vibratorias mantienen esta directriz de identificación.

A pesar de tener claridad en cuanto a la priorización de atención de los equipos para cada uno de los eventos presentados de mantenimiento, la cual corresponde primero a Plantas, en segundo lugar a Bombas y por último a Mixer, no se tiene establecido formalmente un procedimiento o calificación de Criticidad de los activos mantenibles, entendiéndose que cualquier evento es un suceso o cadenas de estos que puede llegar a producir lesiones en las personas, daños a los activos o al medio ambiente, pérdidas de producción, desviaciones al desempeño operacional y financiero del negocio afectando por supuesto directamente al cliente e impactando negativamente en la política de sostenibilidad corporativa.

Será por tanto este uno de los objetivos principales el de desarrollar una metodología para realizar la evaluación de criticidad de los equipos que actualmente se encuentran instalados y los que ingresen a través de nuevos proyectos, en términos del impacto económico asociado a una falla estableciendo un orden jerárquico de las mismas y su consecuencia en afectación de seguridad e higiene, medioambiente, pérdidas de producción y costos de mantenimiento.

3.3 RUTINAS DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento preventivo desarrollado hasta el momento establece rutinas o gamas para los equipos de acuerdo a frecuencias establecidas por horas en los 3

frentes y en m3 específicamente para los equipos de bombeo. Se han desarrollado unas gamas tipo inicialmente para los equipos móviles – Anexo 1 con frecuencias iniciales de 350 horas y equipos en extensiones a 500 horas.

Figura 18. Mantenimiento Preventivo

TIPO DE EQUIPO		CICLO DE PREVENTIVO								
MIXER		PREVENTIVO TIPO	A	B	A	C	A	B	A	D
		FRECUENCIAS HRS	350 500	700 100	350 500	1400 2000	350 500	700 100	350 500	2800 4000
EQUIPOS DE ENTREGA	MIXER	PREVENTIVO TIPO	A	B	A	C	A	B	A	D
		FRECUENCIAS HRS	350 500	700 100	350 500	1400 2000	350 500	700 100	350 500	2800 4000
	EQUIPO DE BOMBEO	PREVENTIVO TIPO	A	A	B	A	A	C	A	A
		FRECUENCIAS M3	2000	2000	6000	2000	2000	12000	2000	2000
CARGADOR		PREVENTIVO TIPO	A	B	A	C	A	B	A	D
		FRECUENCIAS HRS	250	500	250	1000	250	500	250	2000
PLANTA ELECTRICA		PREVENTIVO TIPO	A	B	A	C	A	B	A	D
		FRECUENCIAS HRS	250	500	250	1000	250	500	250	2000
PLANTAS DE CONCRETO		INSPECCION TIPO	A	B	A	B	A	B	A	B
		FRECUENCIAS SEMANAS	4S	6S	4S	6S	4S	6S	4S	6S

ARGOS 15 de mayo de 2006

En la figura 18 se muestra resumido el plan de mantenimientos preventivos para los 3 frentes el cual es necesario optimizar y complementar en especial para cada uno de los tipos de plantas ,para estas se tienen solamente 2 formatos de inspección diaria –Anexo 1., requiriendose planes de mantenimiento a más amplias frecuencias de monitoreo semanales y mensuales . Así mismo para los equipos de bombeo es necesario revisar las rutinas de preventivo para el equipo de bombeo.

Los alistamientos diarios establecidos a realizar por parte de los operadores se ejecutan a partir de planillas de chequeo en las cuales ellos deben chulear lo que está en buen estado y registrar las anomalías encontradas para programar .Inicialmente se utilizó un solo formato quincenal y se decidió pasar a hacerlo con uno diario pero esto también se convirtió en una tarea no practica por el llenado solamente de una plana ,este es un procedimiento también a reevaluar a la luz del PMO.En Anexo 1 se muestran estos Formatos.

Los preventivos están parametrizados en el J.D. Edwards el cual además de ser el ERP corporativo tiene integrado el CMMS administrador de las tareas de mantenimiento. A este se alimentan semanalmente los horómetros de todos los equipos y junto con los kits precargados de repuestos se generan

automáticamente las OT correspondientes de gamas. Las ordenes de correctivos programables y averías las genera en su mayoría el área de mantenimiento y para las cuales el objetivo es llegar a que sea el área de operaciones quien las genere como entradas de requerimientos para mantenimiento, lo anterior demandara inicialmente el tener que dotar de computadores a los TMO (Técnico de Mantenimiento de operaciones).

Se tienen establecidos una serie de estados de la OT iniciando en M (creación) y dándosele cierre final de trámite en el estado MS .En el Anexo 2 se muestra el diagrama de flujo perteneciente a una OT de preventivo la cual una vez creada automáticamente queda aprobada en estado MG para programación.

Se tiene un nivel bajo de mantenimiento predictivo el cual está representado inicialmente en las pruebas de laboratorio para los aceites y medición de espesores en elementos críticos de láminas como tolvas y hormigoneras. Se tienen niveles incipientes de vibraciones y termografías los cuales por presupuesto y una no adecuada sustentación de beneficios no se han implementado.

3.4 INDICADORES

Se tiene establecido 3 indicadores base de seguimiento para la gestión de Mantenimiento:

- Cumplimiento del presupuesto
- Cumplimiento del preventivo
- Disponibilidad de Equipos

Para el Indicador de Cumplimiento del presupuesto sobre la base anual establecida, se divide para cada uno de los 3 frentes producción, distribución y entrega y se realiza el monitoreo por periodos mensuales para su seguimiento. Paralelo a este en solo pesos se maneja también el indicador de costo unitario \$ pesos / m³, las reparaciones no presupuestadas se agregan al final de cada ejercicio siendo este uno de los puntos a mejorar en el establecimiento del presupuesto anual, por un alto porcentaje de incidencia de los mismos.

La meta buscada en el indicador de cumplimiento de preventivo es del 100% la cual presenta un difícil nivel de realización por diferentes variables, entre ellas acuerdos de nivel claros con operaciones de equipos a intervenir y a mantener en labores de mantenimiento, políticas de equipos a dar de baja y restitución por temas presupuestales. Su resultado es la relación entre el número de equipos intervenidos sobre el total de equipos programados para gama en cada periodo analizado.

El concepto de disponibilidad manejado es literalmente el número de equipos que inician operación sobre el total de equipos activos. Teniéndose como debilidad ser un dato prácticamente puntual y con una tendencia no confiable de

seguimiento. No contando por supuesto tampoco con un registro formal desde mantenimiento de datos de paros de los equipos.

Se evidencia la falta de indicadores de tipo Universal estratégicos CMD o de resultados como Tiempo medio entre fallas MTTF, Tiempo medio de reparaciones MTTR, los cuales serán muy probablemente los primeros a implementar en propuesta definitiva gerencial, haciendo parte un tablero de Control Balanced Score Card

3.5 GESTION DE ALMACEN

Para la gestión de almacén se consideran los siguientes criterios como relevantes para su seguimiento y optimización:

Se cuenta actualmente con una clasificación básica ABC la cual jerarquiza la importancia de los repuestos acorde a la cantidad de unidades usadas y al precio de las mismas, en donde el concepto del monto económico que representa el consumo durante un periodo de tiempo es el más importante para definir dicha categorización de repuestos e insumos, con un nivel de atención 80-20.

En el Anexo 3 se resumen los valores de inventario de los últimos años y la meta mensual establecida proyectada en pesos, así como la historia de rotación del mismo con un objetivo a alcanzar de 60% ,el cual se calcula sobre las salidas de repuestos valoradas en un periodo sobre el total del inventario . Actualmente el promedio esta en 17% el cual ha de mejorarse.

En segundo lugar como aspecto relevante se mide El nivel de Servicio por periodo el cual busca mantener una disponibilidad suficiente de referencias y volúmenes, que logren satisfacer la demanda requerida periódicamente, para el caso actual la meta es del 90% buscándose llegue a futuro a ser del 100%.

Para los obsoletos el 1% sobre el valor del inventario es el límite máximo considerado a mantener para su control.

Con un alto nivel de Outsourcing como política corporativa se tienen2 alternativas para la adquisición de los repuestos, por Compras (almacén) o Servicios (mantenimiento),siendo esta última la de mayor utilización por su agilidad de respuesta, a pesar de ser la menos recomendable por no quedar registro particularizado de cantidades por referencias y sus tendencias ;lo anterior conlleva a establecer con los bienes y servicios contratados estrategias enlazadas con compras para lograr con los proveedores buena confiabilidad de los servicios y acuerdos económicos de gran favorabilidad para la optimización de costos. Se cuenta con una buena herramienta en el CMMS integrada al ERP para el manejo de la bases de datos de inventarios, siendo esta un muy buen punto de partida para adelantar una Administración de Repuestos centrados en Confiabilidad.

4. PROPUESTA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO

4.1. IMPLEMENTACION DE OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PMO

Paralelo a la Propuesta Gerencial a desarrollar de PMO –Optimización del Mantenimiento Planeado, esta se enmarcara en el Modelo de Gestión de Activos (según PASS 55) el cual también se tiene proyectado hará parte integral del Plan Estratégico Organizacional.

En la figura 19 se presenta el Modelo de la estrategia de mantenimiento a desarrollar teniendo integrado por supuesto el PMO para Concretos Argos.

Figura 19. Modelo de Estrategia de Mantenimiento



RCA: Análisis Causa Raíz; **RIM:** Gerenciamiento de la Información de Confiabilidad; **PMO:** Optimización del mantenimiento planeado; **P&S:** Planeación y programación de actividades de mantenimiento; **ECRS:** Estrategia de compra de repuestos y servicios de mantenimiento.

La base está conformada por los procesos y organización del negocio, Proceso de Gestión de Activos y el CMMS; los pilares que soportan este modelo son:

- Eliminación de defectos con RCA Análisis Causa Raíz y RIM Gerenciamiento de la Información de Confiabilidad basado en el registro de paros
- Confiabilidad de la Integridad del activo a partir de PMO
- Volumen de Trabajo Óptimos a partir de la Planeación y Programación de Actividades de Mantenimiento y ECRS Estrategia de Compra de Repuestos y Servicios de Mantenimiento

- Máxima Eficiencia de Ejecución basado en la Gestión de Paradas de Planta

El cimentar y mantener los pilares relacionados en una primera fase, dará paso a desarrollar un mantenimiento basado en condición CBM, buscando con lo anterior lograr un desempeño líder en mantenimiento sostenible y a un costo óptimo. Será de obligada implementación iniciar con la calificación de la Matriz de excelencia de Mantenimiento mostrándonos el estado actual y proyectando las metas a alcanzar a futuro.

El desarrollo de la implementación se medirá incorporando la mejor práctica del Balance Score Card, integrando los KPI's de los procesos pilares.

4.1.1 Estrategia planteada

Como foco de la estrategia planteada estarán los 9 pasos propuestos para un Modelo de Implementación del PMO-Optimización del Plan de Mantenimiento, basándose este a su vez en un estudio de criticidad de los activos el cual nos ayudara para determinar la prioridad en la que se analizaran los sistemas y el rigor de cada uno de los análisis.

Así mismo será propuesta una metodología de análisis causa raíz RCA y Registro de paros RIM con el fin de llegar a la eliminación de defectos .Por último en la fase inicial propuesta se buscara optimizar la metodología de planeación y programación P&S con un manejo basado en confiabilidad de administración de repuestos y servicios .

4.1.1.1 Matriz de Excelencia de Mantenimiento

Las auditorias, evaluaciones y diagnósticos de Mantenimiento son muy usuales en las empresas medianas y grandes, su forma de realización no es única ni estandarizada, pueden existir diversas herramientas y métodos para tal fin todos con sus bondades y limitaciones, entre ellas podemos citar técnicas como Flash Audit o la Americana del Método Jerárquico analítico de componentes principales EigenValue-Eigen Vector ,para este caso contando con la ayuda de una Empresa Consultora se desarrollara un Modelo aplicable a este tipo de Operación .En este Diagnostico se involucran funcionarios y gerentes de las diferentes áreas como producción ,financiero, compras ,ambiental, siso etc. y para las áreas más críticas se seleccionan los Tópicos a evaluar entre 10 a 16 , estableciéndose una cantidad de preguntas para cada uno con calificación ponderada de 1 a 9 con números enteros

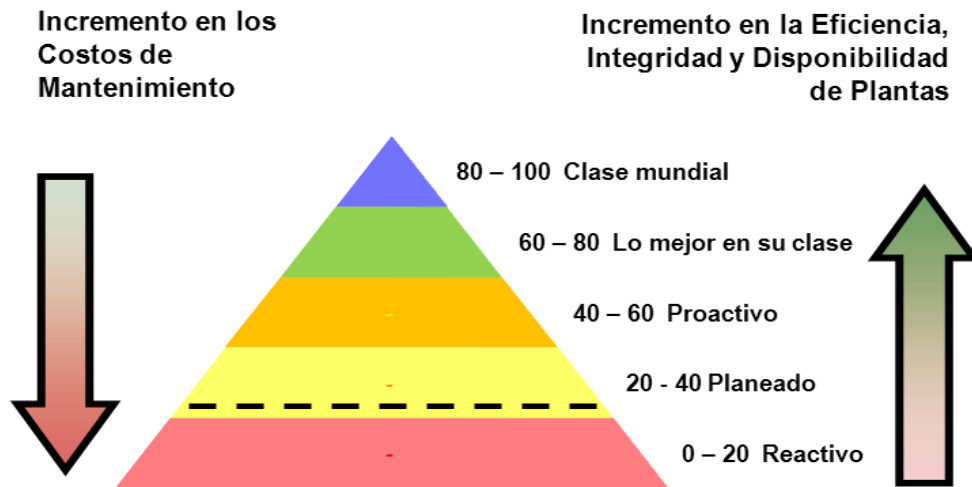
Una vez obtenidos los resultados se ordenan los criterios con el fin de emprender las acciones correspondientes.

En la Figura 20 se muestra la Matriz de Calificación de Excelencia de Mantenimiento aplicable con propuesta base evaluada para establecer objetivos a alcanzar los cuales se ven en el anexo 4

Los tópicos considerados más críticos a evaluar son los siguientes:

- Estrategia de Mantenimiento
- Administración y organización
- Planeación y Programación
- Técnicas de Mantenimiento

Figura 20. Matriz de Excelencia



- Medias de desempeño
- Tecnología de la Información
- Involucramiento de los empleados
- Análisis de Confiabilidad
- Análisis de Procesos
- Información de Equipos

También en el anexo 4 tenemos el resultado de línea base inicial el cual da un puntaje validado de 26 ubicando la gestión de mantenimiento en el nivel de Planeado, teniéndose una gran labor a realizar para alcanzar el nivel de lo mejor en su clase como objetivo Mega de la organización.

Se establece la proyección de objetivos a alcanzar de mejora en los próximos 4 años los cuales serán la directriz base del programa anual desarrollado.

4.1.1.2 Sistema Administrador de Información de Mantenimiento (CMMS)

Las estrategias, técnicas, operaciones e instrumentos que se utilizan en la Gestión y Operación de Mantenimiento, requieren de una plataforma informática especializada para su adecuada administración. Los datos, la información y su análisis en tiempo real permiten tomar mejores y más acertadas decisiones en Mantenimiento, este a su vez debe estar integrado a un sistema de información

corporativo el cual compendia todos los procesos, procedimientos y recursos involucrados en mantener una organización en funcionamiento, con realimentación a través de su propia producción de información y a través de generación de información externa a ella, ejerciendo control de los parámetros vitales de la misma y convirtiéndose en columna vertebral de la organización. Este último conocido como ERP-Planeación de Recursos Corporativos -para el caso de Argos es el People Soft de Oracle una herramienta muy poderosa de manejo de la información en la cual están integradas la totalidad de las empresas que componen el grupo.

Un Sistema de Mantenimiento SIM tiene como información objeto la infraestructura, Organización del Servicio, Organización de los Clientes, fallas de las funciones, los daños de los elementos, proveedores, actividades y acciones las cuales se integran a través del CMMS. Para este caso son parametrizadas la gran mayoría de estas funciones en el ERP, habiendo sin embargo algunas debilidades como dificultad en programación directa sobre la herramienta y el registro de paros haciendo necesario evaluar la conveniencia de un CMMS como el programa Máximo para tal efecto, sin embargo por ser tan eficiente en el manejo de base de datos se exportan estos datos a Excel y con un costo relativamente bueno se cumple con estas funciones.

4.1.1.3 Planeación y Programación (P&S)

El proceso de planeación y programación comprende desde: la recepción de la orden de trabajo clasificada, para realizar los trabajos de mantenimiento de origen avería, correctivo, preventivo y/o predictivo, hasta la estructuración, ordenamiento, secuencia, definición de recursos y duración del trabajo.

En este proceso es necesario tener en cuenta los requerimientos de salud ocupacional, medio ambiente y pérdidas de producción. Se define el “Qué?”, el “Cómo?”, el “Con qué?” y el “Cuánto cuesta?” “cada uno de los trabajos que se requiere ejecutar para cumplir con los objetivos establecidos en la planeación de mayor nivel (Estratégica, Largo plazo y por tiempo, ciclos de planeación a corto plazo).

Implementando las mejores prácticas (figura 21) en el área de Planeación y programación de trabajos de Mantenimiento, se busca:

- Obtener una mayor productividad del personal.
- Optimizar los volúmenes de trabajo.
- Aumentar la disponibilidad de los equipos.
- Garantizar la calidad de los trabajos

Figura 21. Mejores prácticas de Planeación y Programación

Mejor Practica	Indicador de desempeño
<ul style="list-style-type: none"> ➔ Todos los trabajos están identificados 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desde el CMMS se direccionan todo el mantenimiento Pdvo – Pvo - CPdo ➤ Estrategia de mantenimiento Basada en condición ➤ El Mantenimiento No programado (avería – emergencia) es emergente 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ % programado entre 80 al 90% ➤ % total de ordenes de trabajo planeado 80%
<ul style="list-style-type: none"> ➔ Todos los trabajos son evaluados bajo una matriz prioridad (Severidad * criticidad) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ % de ordenes rechazadas < 5%
<ul style="list-style-type: none"> ➔ Las prioridades en la matriz están establecidas y son respetadas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ % de OT no tratadas < 5%
<ul style="list-style-type: none"> ➔ El trabajo reactivo es analizado 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ % sobre tiempo < 2.5%

Para tal efecto se propone definir para cada uno de los frentes inicialmente personal dedicado exclusivamente a cada una de estas funciones es decir planeación (mediano plazo) ,ejecución (lo inmediato día a día).Se asocian frentes críticos de Producción – entrega y de volumen Distribución .

Se toman como modelo las mejores prácticas de planeación, programación y ejecución identificando las oportunidades de mejoramiento para establecer las acciones que permitan cerrar el gap y lograr un óptimo volumen de trabajo y la máxima eficiencia en la ejecución del mantenimiento.

De vital importancia será establecer los KPI propios de estos procesos para tomar decisiones sobre las desviaciones presentadas, los cuales se trataran en el Balanced Score Card.

En el anexo 5 se presenta una evaluación inicial del estado actual de estos procesos justificando ampliamente la necesidad de establecer las mejores prácticas mencionadas y se presenta la matriz de Priorización de tareas basada en la Criticidad y efectos de la falla con la cual estableceremos los tiempos adecuados de atención de las OT.

De los principales objetivos a alcanzar esta el poder determinar costos de planeación muy acertados, para tener un muy buen manejo y control del presupuesto establecido y contar con una herramienta ágil para planear y programar las tareas a desarrollar .En cuanto a los costos de mantenimiento es útil tener claridad de los mismos a partir del principio del iceberg.

En la figura 22podemos observar los costos no considerados la mayoría de las veces en los análisis realizados y los cuales representan muchas veces un 50 % más adicional a lo presupuestado.

Al tener un muy buen ERP para el manejo de datos básicos de Mantenimiento como son las OT y los costos asociados podemos establecer una muy buena herramienta de planeación a partir de Excel con una cobertura en lo máximo posible de macros.

Para un manejo adecuado de la OT la cual es la base para el éxito de la gestión de mantenimiento en todas sus fases de planeación, programación y ejecución

Figura 22. Costos de Mantenimiento



se propone el involucramiento de las principales áreas de gestión y personal responsable que hacen las veces de interface de acuerdo a la figura 23

Figura 23. Áreas involucradas OT

Áreas de gestión								
Técnicos Mtto Op.	X			X		X	X	X
Técnicos de Mtto.	X			X		X	X	X
Jefe de mtto.	X	X		X	X	X		X
Profesionales mtto.	X	X	X	X	X	X	X	X
Auxiliares de Mtto	X			X	X	X	X	X
S&SO	X	X		X			X	X
Proyectos	X		X	X			X	X
Director de mtto	X	X						X
Jefes de Planta	X			X	X			



El resultado de la planeación a corto plazo es decir el cuándo se plasmara en una programación a 15 días de la cual se publicara en firme la primera semana del lunes a domingo y la segunda se tendrá como preliminar para la siguiente

semana, esta programación se enviara el día jueves previo a la semana programada a todas las áreas involucradas en el desarrollo de la misma.

4.1.1.4 Gestión de la Información de fallas (RIM)-Eliminación de Fallas (RCA)

La información de fallas, mecanismos de fallas que hacen parte de la gestión de confiabilidad son de vital importancia para que los análisis de riesgo y desempeño de las plantas o sistemas sean efectivos .La plataforma base es el estándar de la norma ISO 14224 de la cual parte la taxonomía de los equipos y en este caso específico en la figura 24 describimos su jerarquización.

Figura 24. Jerarquización de Equipos

Nivel	Jerarquía	Descripción	
1	Industria	Petroleo, Gas Natural, petroquímica.	Cementera (Cementos, concretos y agregados).
2	Negocio	Produccion, refinación, petroquímica.	Negocio Industrial.
3	Instalacion	Produccion de petroleo, refineria.	Concretos y agregados.
4	Planta	Plataforma, Planta cracking.	Planta de Concretos.
5	Sistema	Compresión, generacion, licuefacción.	Distribución.
6	Equipo	Compresor, motor, bomba.	Mixer.
7	Sub unidad	Lubricación, monitoreo y control, refrigeración .	Sistema Hidraulico.
8	Item Mantenible	Bomba de aceite, valvula, culata.	Bomba Hidraulica.
9	Parte	Sello, empaque, tubo, tuerca.	Piñones.

La recolección de la información se considera como una inversión que nos ayudara en la estandarización e intercambio de la misma entre plantas, fabricantes etc. El análisis y conclusiones obtenidas traerá beneficios a todo nivel como los siguientes:

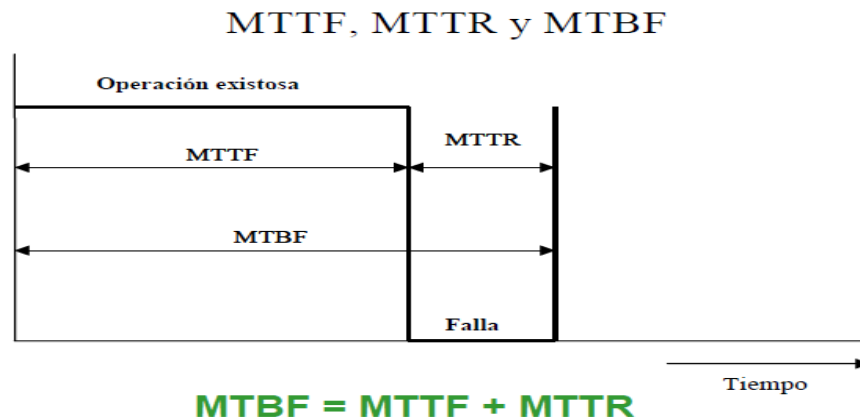
- Económicos
 - Diseños costo efectivos (Capex)
 - Operación costo efectiva (Opex)
 - Mejoramiento de la rentabilidad
- Generales
 - Extensión de vida de equipos
 - Productos con calidad mejorada
 - Compras de equipos más acertadas
 - Mejor planeación de recursos
- Seguridad y Medio Ambiente
 - Mejoramiento en la seguridad del personal
 - Reducción de fallas catastróficas
 - Reducción en el impacto al medio ambiente

- Cumplimiento con requerimientos legales
 - Analítica
- Mayor calidad de la información
- Mayor cantidad de información
- Toma de decisiones más acertada
- Reducción en la incertidumbre de la toma de decisiones

El tiempo que un equipo/planta está fuera de servicio como resultado de una falla se conoce como Down time el cual es función directa de la suma de paradas programadas y no programadas, partiendo de aquí los conceptos de confiabilidad y disponibilidad a analizar en la sección de indicadores. Figura 25

- MTTF – Tiempo medio hasta falla: Es el promedio de tiempo esperado para que ocurra la falla en un equipo. Para sistemas de rata de falla (λ) constante.
- MTBF – Tiempo medio entre fallas: Es el promedio de tiempo entre ocurrencia de fallas. Equivale a la suma del tiempo operativo de la máquina dividido entre el número total de fallas

Figura 25. Indicadores Medición fallas



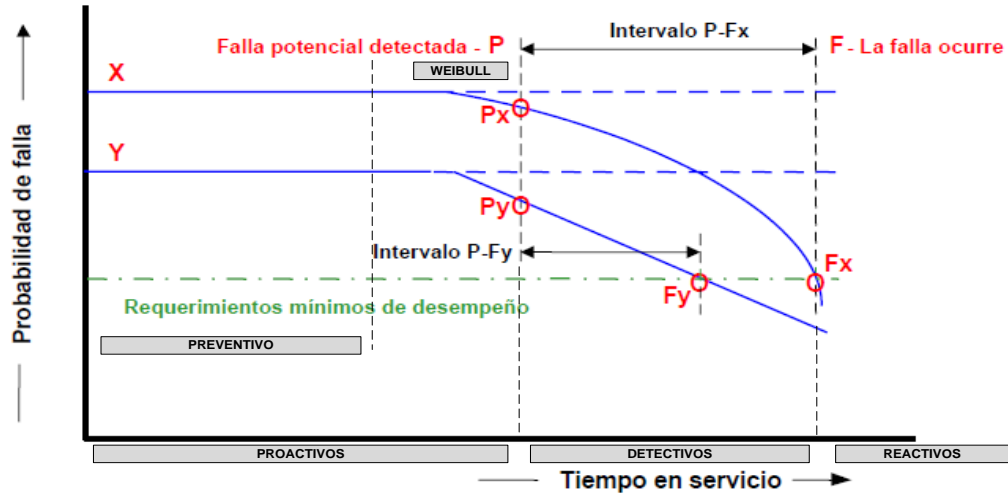
- MTTR – Tiempo medio para reparar: Es el tiempo promedio para restaurar un equipo a una condición específica. Equivale al tiempo total gastado desarrollando todas las reparaciones de mantenimiento correctivo, dividido por el número total de esas reparaciones.

Los patrones de fallas presentados según Nolan y Heap se agrupan en relación a 2 aspectos principales, las relacionadas con la edad 11% y las aleatorias 89% los cuales son datos obtenidos básicamente de industrias de aviación una de las más exigentes en términos de confiabilidad.

En la Figura 26 se grafica el comportamiento genérico de la probabilidad de fallas aleatorias incipientes en función del tiempo en servicio, desde el momento en que aparece la falla potencial-P hasta la ocurrencia de la falla F o avería, de acuerdo a esta se ubican los diferentes tipos de mantenimiento aplicados para el tratamiento

de las mismas, presentándose la fase Proactiva desde el punto 0 hasta el momento de registrarse la falla potencial y la cual se desarrolla a partir de técnicas de análisis estadísticas conociendo la curva de falla de cada modo de falla como es la distribución Weibull, así mismo en esta fase se reevalúa el mantenimiento basado en tiempo preventivo el cual incrementa el riesgo y los costos.

Figura 26. Probabilidad de falla aleatoria



En el intervalo P-Fx se ubican los procedimientos detectivos como la inspección primaria, instrumentación básica, especializada y monitoreo continuo, los demás procedimientos adoptados después de presentarse la falla son de tipo puramente reactivos.

Para un adecuado registro y posterior tratamiento de la información de la falla es importante tener en cuenta los siguientes elementos .Figura 27

Figura 27. Información básica de la falla

INFORMACIÓN	DESCRIPCION
Registro de Falla	Registro único de identificación
Equipo	Código del equipo
Fecha de la falla	Fecha en que se detectó la falla
Modo de falla	A nivel de equipo
Impacto de la falla	Producción, HSE, Costos
Causa de falla	Proceso que condujo a la falla
Causa raíz	Causa básica de la falla
Sub-sistema	Nombre del subsistema que falló
Item mantenible	Nombre del componente que falló
Método de detección	Cómo se detectó la falla
Condición de operación	Operando, arranque, inactivo, stand by, prueba

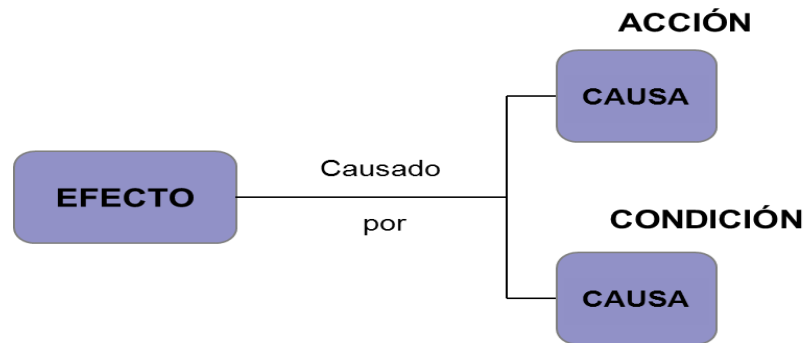
De las diferentes técnicas existentes para el análisis de fallas se opta inicialmente por gestionar los datos resultantes a partir de la técnica de Malos Actores

correspondiente al Principio de Pareto en donde se centra la atención en el 20% de fallas predominantes. En el anexo 6 se encuentra el ejemplo del análisis obtenido para los datos iniciales y será la metodología base a utilizar, antes de evolucionar a análisis de tipo estadístico como Weibull o Exponencial.

La eliminación de las fallas es uno de los objetivos primarios a alcanzar en el tratamiento de las mismas, para lograrlo se acude a técnicas de análisis causa raíz como el RCA–Root Cause Analysis -el cual es un método estructurado de análisis con el que se evalúa toda la cadena de hechos hasta identificar las causas raíces y las soluciones efectivas para eliminar o mitigar sus efectos.

El diagrama de la causa y el efecto, que fue desarrollado por Apollo Associates probablemente es la herramienta más útil y de uso más frecuente de RCA, por tener la ventaja de ser muy fácil de aprender y poderse usar prácticamente en cualquier situación. Figura 28

Figura 28. Diagrama Causa -Efecto



Como premisas establece el que cada efecto tiene por lo menos dos causas en forma de acciones y condiciones y cada cosa que sucede es el resultado de causas puestas en movimiento. No importa donde empecemos a preguntar por qué siempre estamos en medio de una cadena de causas.

Las clases de causa raíces son:

- Causa raíz física: pertinente a las propiedades o estado de los componentes, sistemas, plantas, partes etc.
- Causa raíz humana : pertinente al comportamiento de las personas
- Causa raíz latente: de tipo organizacional que por su existencia, permite que se materialicen las físicas y humanas.

El identificar las soluciones efectivas implica dejar de lado paradigmas y comportamientos de fácil negación con los cuales puede haber convivido por mucho tiempo la organización.

La oportunidad y efectividad de la implementación de las soluciones de un ejercicio de RCA por parte del sistema de gestión del negocio comprenderá hacer el seguimiento, monitoreo y evaluación de las mismas, así como la divulgación sistemática de las lecciones aprendidas.

La implementación de esta herramienta involucra a todos los niveles de la organización, se buscara la instalación de software correspondiente para contar con el aseguramiento del proceso facilitando su control para líderes y Gerentes y el mantener la información actualizada y de fácil consulta .Para resultados inmediatos se desarrollara la propuesta de RCA Express, la cual dará respuesta a casos puntuales de rápida implementación y niveles de aprobación operativos y tácticos. Anexo 7

4.1.1.5 Máxima eficiencia de la Ejecución

Conjunto de actividades requeridas para planear, programar y controlar la ejecución de aquellos mantenimientos que se realizan con la unidad, planta o sistema fuera de servicio y por lo tanto con impacto directo a la producción. El Mantenimiento con parada de planta se define como la secuencia de actividades (Ver figura 29) que debe seguirse para llevar a cabo la reparación programada de una unidad productiva y se encuentran orientadas a mejorar la

Figura 29.Parada de Planta



Confiabilidad y disponibilidad de los equipos que la componen, a través de la ejecución de trabajos de mantenimiento.

Una buena práctica utilizada para el desarrollo de Planeación estratégica de largo plazo, es la observación de las posibilidades de grandes mantenimientos a largo plazo. El plan puede ser Tri-anual, Quinquenal, etc., siguiendo la planeación estratégica del Negocio. La planeación de mantenimiento a largo plazo, corresponde y debe ajustarse a los objetivos estratégicos de la organización en su Mega, Visión y Misión. Acorto plazo basados también en modelos de Gerenciamiento de paradas de Planta se establecen estrategias de ejecución Semana, quincenal y Plantas Foco .En el Anexo 8 se presentan los modelos genéricos a aplicar.

4.1.1.6 Mantenimiento basado en condición- CBM

La finalidad del mantenimiento basado en condición es obtener una indicación del estado de la máquina, de manera que pueda ser confiable, operada y mantenida con seguridad y economía. Este proceso busca identificar oportunamente fallas potenciales de equipos para minimizar los riesgos de las fallas catastróficas, peligros al personal e impacto sobre las operaciones. Figura 30. Los beneficios que se pueden obtener son:

- Incremento en la disponibilidad de equipos y plantas.
- Reducción de costos de mantenimiento, fallas inesperadas, tiempo de reparación, optimización de inventario de repuestos.

Figura 30 .Mantenimiento basado en condición CBM



Se tiene previsto se refuerce y se dé mayor cobertura en la 2a. fase de implementación de este modelo el cronograma de predictivo siendo complementado el programa actual (Figura 31), una vez haya sido afianzado el PMO.

Figura 31.Mantenimiento Predictivo

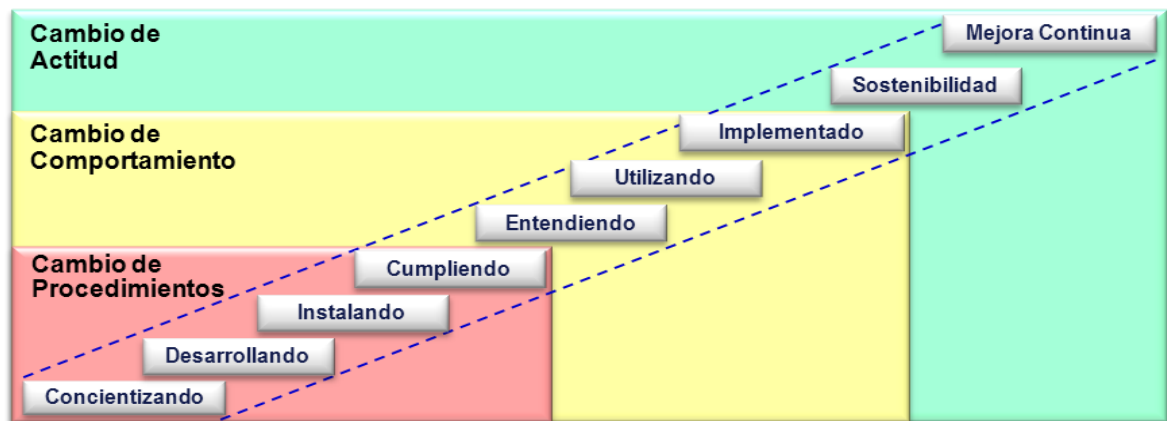
	TERMOGRAFIA	VIBRACIONES	MEDICION ESPESORES	ANALISIS DE ACEITES	DE VARIABLES ELECTRICAS	VARIABLES OPERATIVAS	INTEGRIDAD	ANALISIS DE GASES
PRODUCCION		X	X		X			
DISTRIBUCION		X	X	X		X		X
ENTREGA				X		X	X	X

4.1.1.7 Transferencia de Conocimiento y Cultura de Confiabilidad

El éxito del modelo de gestión como herramienta de mejora continua es su sostenibilidad en el tiempo y esto se logra interiorizando en los colaboradores de la organización la cultura de la confiabilidad.

Para lograr este cambio de comportamiento y actitud se propone realizarlo en 3 etapas, como se indica en la figura 32

Figura 32. Cambio de procedimientos



Etapas para la transferencia del conocimiento.

La concientización a los colaboradores sobre una nueva estrategia de gestión, el desarrollo de nuevos procedimientos, su difusión en la organización llevara con disciplina en el comportamiento a un cumplimiento de los mismos.

Etapa 2. Cambio de comportamiento

Se requiere entender, usar - 'hacer parte del trabajo día a día' - por los colaboradores los nuevos procedimiento y herramientas del modelo de gestión, el buscar la interiorización del 'porque' hay un nuevo método que se debe implementar como herramienta, el cual es extensivo a todas las áreas de la organización por ser parte de una política corporativa.

Etapa 3. Cambio de actitud

La sostenibilidad y mejora continua del modelo de gestión, dependerá de usar las herramientas definidas como un 'estilo de trabajo'. Este estilo involucra a las áreas de mantenimiento y operaciones a todo nivel, quienes conociéndolos compromisos y responsabilidades de cada uno dentro del proceso, trabajan juntos hacia un mismo objetivo.

La cultura de la confiabilidad se demuestra que se ha afianzado en la organización cuando a nivel básico de operadores, técnicos de mantenimiento, contratistas de la organización, han comenzado a usar las herramientas definidas y establecidas por el modelo de gestión, así como se evidencia la evolución y mejoramiento de los KPI's. creados para el área de operaciones. En este caso, operadores de camiones mezcladores de concreto, camiones de bombeo de concreto, plantas productoras de concreto premezclado entienden su papel dentro del modelo de gestión e impulsan la ejecución procedimientos como por ej. los análisis de RCA como herramienta de gestión de reactivo.

4.1.2 Evaluación de Criticidad Activos

A pesar de tener una claridad subjetiva de la criticidad de los activos es necesario contar con una metodología para determinar la criticidad de los equipos en términos de HSE, producción y costos. La metodología a aplicar es el análisis de criticidad semicuantitativo, bajo modelo de la Norma Norzok Z-008, la cual direcciona los criterios a utilizar en la clasificación de criticidades de activos industriales. Esta herramienta permite estimar el impacto económico asociado a una falla, a la vez de establecer un orden jerárquico de un conjunto de ellas. Su origen es de la Industria Petrolera Noruega con muy buenos resultados.

En el Anexo 9 se presenta el Diagrama de Flujo para la Metodología del Análisis de Criticidad de los Activos. Como base inicial se establece la Matriz de evaluación

de consecuencias propia de cada organización y que para el caso se ha definido

Figura 33. Matriz Criticidad de Activos

Clase	Salud Ocupacional, Medio Ambiente y Seguridad Industrial	Producción \$ * m ³	Costos de Reparación CR
(1) Alto	Muerte y/o daños mayores a 20 millones de pesos.	\$ 103.550 * m ³	CR > \$ 55.320.000
	Enfermedad profesional y/o daños mayores o permanentes de simples o repetidas exposiciones		
	Vertimientos Industriales en mantos mecánicos, a estructura, maquinaria pesada:		
	Alteración de propiedades del agua		
	Modificación de régimen natural de caudales		
	Afectación propiedades del suelo		
(2) Medio	Afectación de la flora y fauna	\$ 43.550 * m ³	\$ 5.993.000 < CR <= \$ 55.320.000
	Generación de molestias a la población		
	Generación de Residuos peligrosos en mantos mecánicos, a estructura, maquinaria pesada y eléctrico:		
	Alteración de propiedades del agua		
	Afectación propiedades del suelo		
	Lesiones con incapacidades no permanentes y permanentes o y/o daños entre 2 y 20 millones de pesos		
(3) Bajo	Mayor herida a menos que se tomen medidas prontas y se de un tratamiento radical después de una exposición aguda. Efectos crónicos con exposiciones repetidas o prolongadas	\$ 32.700 * m ³	\$ 0 < CR <= \$ 5.993.000
	Generación de Residuos no peligrosos en mantos mecánicos, a estructura, maquinaria pesada y eléctrico:		
	Alteración de propiedades del agua		
	Colmatación en los cuerpos de agua		
	Afectación propiedades del suelo		
	Lesiones con heridas leves, contusiones golpes y/o pequeños daños menores o iguales a 2 millones de pesos.		
Contaminación o heridas potenciales reversibles menores			
Uso y consumo de agua			

de acuerdo a la fig. 33, en donde se presenta la clasificación de los efectos más serios de pérdida de la funcionalidad en concordancia con los criterios de seguridad, protección a las personas, el medio ambiente reflejando la operación

actual de la planta o equipo con la debida cuantificación de las pérdidas económicas por operación al igual que los costos de reparación y mantenimiento. Para cada uno de los sistemas producción, distribución, entrega se establece también una matriz de tiempos críticos de perdida productiva .y los costos de reparación específicos para los equipos tipo. Así como los criterios de Probabilidad de ocurrencia.

La metodología establece generar una ficha de Evaluación de Criticidad de funciones la cual ayudara en la calificación y jerarquización de los sistemas de mayor a menor criticidad .En el Anexo 9 se incluye también el Formato de Ficha mencionada, el análisis de criticidad de funciones para el equipo tipo de cada uno de los frentes y la tarea a desarrollar será obtener calificación final para todos los equipos tipo de cada uno de los frentes, con su debida calificación y jerarquización.

4.1.3 Aplicación 9 pasos PMO

4.1.3.1 Recopilación de tareas

Se debe anotar que un proceso de PMO se basa en la criticidad o ranking de los sistemas de la Planta. Con dicha criticidad (analizada en capitulo anterior) el proyecto se enfoca en el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la Organización estableciendo la priorización en que se analizarán los sistemas y el rigor de cada uno de ellos.

El enfoque inicial dado a la recopilación y análisis de estas tareas está en la Optimización de las Gamas de preventivo establecidas en el capítulo de diagnóstico para su optimización, de las tareas correctivas programables junto con los predictivos existentes y a implementar. Las fuentes utilizadas de recopilación abarcarán el programa de mantenimiento (formal o informal), la información aportada por los operadores y técnicos ,los monitoreos por condición, los manuales de fabricantes ,la programación de contratistas y CMMS entre otras.

4.1.3.2 Análisis de Modos de Falla (FMA)

El objetivo de este paso es identificar para qué modos de fallas están enfocadas las tareas de mantenimiento. En la figura 34 se ilustra el ejemplo correspondiente.

Figura 34.Modos de Falla

Tarea	Frecuencia	Responsable	Falla
Tarea 1	Diario	Operador	Falla A
Tarea 2	Diario	Operador	Falla B
Tarea 3	6 Meses	Instalador	Falla C
Tarea 4	6 Meses	Instalador	Falla A
Tarea 5	Anual	Electricista	Falla B
Tarea 6	Semanal	Operador	Falla C

4.1.3.3 Racionalización y Revisión del FMA

Ordenando la información por Modos de Falla hace más fácil la identificación de duplicación de tareas .La duplicación de tareas se presenta cuando al mismo Modo de Falla se le aplican varias rutinas de PM por parte de las diferentes especialidades ,operadores o especialistas de monitoreo.

En este paso el equipo de trabajo revisa los modos de falla resultado del FMA y agrega aquellos modos de falla faltantes. En la figura 35 se presenta el ejemplo correspondiente en donde se adiciona la falla D durante el análisis de este paso .

Figura 35. Revisión Modos de Falla

Tarea	Responsable	Falla
Tarea 1	Operador	Falla A
Tarea 4	Instalador	Falla A
Tarea 7	Mecánica	Falla A
Tarea 2	Operador	Falla B
Tarea 5	Electricista	Falla B
Tarea 3	Instalador	Falla C
Tarea 6	Operador	Falla C
		Falla D

4.1.3.4 Análisis Funcional

La función que se pierde con cada falla se puede determinar en este paso. Este es opcional y se justifica en caso de que se deban realizar análisis a equipos bastante críticos o muy complejos, en donde es esencial el entendimiento detallado de todas las funciones del equipo para el aseguramiento de un programa de mantenimiento sólido. Para aquellos equipos poco críticos o sistemas simples la identificación de las funciones agrega tiempo y costo, más no beneficios tangibles .La figura 36 ilustra el ejemplo de este paso

Figura 36. Análisis de Funciones

Tarea	Responsable	Falla	Función
Tarea 1	Operador	Falla A	Función 1
Tarea 4	Instalador	Falla A	
Tarea 7	Mecánico	Falla A	
Tarea 2	Operador	Falla B	Función 1
Tarea 5	Electricista	Falla B	
Tarea 3	Instalador	Falla C	Función 2
Tarea 6	Operador	Falla C	
		Falla D	Función 1

4.1.3.5 Evaluación de Consecuencias

En este paso cada modo de falla es analizado para determinar si las fallas son ocultas o evidentes. Para aquellas fallas evidentes se realiza un análisis de riesgos y consecuencias operacionales. La figura 37 ilustra este paso 5.

Figura 37. Analisis de Consecuencias

Tarea	Responsable	Falla	Función	Consecuencia
Tarea 1	Operador	Falla A	Función 1	Operacional
Tarea 4	Instalador	Falla A		
Tarea 7	Mecánico	Falla A		
Tarea 2	Operador	Falla B	Función 1	Operacional
Tarea 5	Electricista	Falla B		
Tarea 3	Instalador	Falla C	Función 2	Oculto
Tarea 6	Operador	Falla C		
		Falla D	Función 1	Operacional

4.1.3.6 Definición de la Política de Mantenimiento

La filosofía moderna de mantenimiento se basa en la premisa que los programas de mantenimiento exitosos se enfocan más en las consecuencias de las fallas que en los activos en sí. En este paso cada modo de falla es analizado bajo los principios de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM y establece las políticas nuevas o revisadas de Mantenimiento haciendo evidente lo siguiente:

- Los elementos del programa actual de mantenimiento que son costo efectivo y los que no lo son, estos últimos deben eliminarse
- Que tareas serían más efectivas y menos costosas si fueran basadas en condición, en lugar de llevarlas a falla y viceversa
- Que tareas no aportan beneficios y deben eliminadas del programa
- Que tareas serían más efectivas si se realizan bajo diferentes rutinas
- Que fallas se manejarían mejor por medio del uso de tecnología avanzada o simple
- Qué tipo de información se debe recolectar para predecir mejor el comportamiento del equipo durante su ciclo de vida
- Que fallas se deben eliminar con la ayuda de un análisis causa raíz RCA.

En la figura 38 se ejemplifica este paso 6.

4.1.3.7 Agrupación y Revisión

Una vez el análisis de las tareas haya finalizado, el equipo de trabajo establece el método más eficiente y efectivo para administrar el mantenimiento de los activos

teniendo en cuenta limitantes de producción y otros. En este paso es posible que haya transferencia de responsabilidades en la ejecución de las tareas de PM entre

Figura 38. Política de Mantenimiento

Falla	Función	Consecuencia	Política	Rutina
Falla A	Función 1	Operacional	Inspección	Diaria
Falla A				
Falla A				
Falla B	Función 1	Operacional	No PM	
Falla B				
Falla C	Función 2	Oculto	Pruebas	Anual
Falla C				
Falla D	Función 1	Operacional	Inspección	Semanal

los especialistas de mantenimiento y los operadores para lograr eficiencia y ganancias en producción

4.1.3.8 Aprobación e Implementación

Una vez detallados los cambios a implementar en el análisis de la dirección y su justificación se procederá a la implementación correspondiente solventando las dificultades que puedan presentarse como los turnos existentes o políticas conservadoras muy cerradas.

4.1.3.9 Programa Dinámico

Durante el desarrollo de los pasos 1 al 9 el proceso de PMO ha establecido una estructura racional y costo efectivo de PM. En el programa dinámico el plan de PM se consolida y toma control de la planta .cuando se reemplaza el mantenimiento reactivo por uno planeado. De este punto en adelante el mejoramiento puede acelerarse fácilmente y los recursos que se liberan pueden enfocarse a corregir defectos de diseño o limitaciones inherentes a la operación .

Durante este paso varios de los procesos vitales de la Gestión de Activos pueden afinarse mientras la rata de mejoramiento se acelera .Entre ellos se incluyen:

- Estrategia de Producción y Mantenimiento
- Medición de Desempeño
- Reportes y Eliminación de Fallas
- Gestión de Inventarios.

La intención final del PMO es la de crear una organización que busca continuamente su mejoramiento, para ello hay que crear conciencia que es importante evaluar el total de las tareas que se ejecutan y todas las fallas que se presenten. Para lograr las metas es importante contar con el personal capacitado en técnicas de análisis e igualmente contar con la motivación al personal por

parte de la dirección para crear en el sentido de pertenencia, compromiso y creatividad para mejorar su trabajo y optimizar los costos de producción, siendo este el camino para combinar los pilares de TPM

En desarrollo para esta aplicación de cada uno de los 9 pasos descritos anteriormente tenemos:

- Paso 1

El análisis de Recopilación de Tareas se enfoca en optimizar las rutinas de preventivo actuales las cuales incluyen desde el alistamiento diario de cada uno de los equipos como las gamas de 250,500,1000,2000,4000 horas, así como los correctivos programables y predictivos .También se reevalúa su metodología de realización en particular del alistamiento diario realizado por el operador diligenciando a diario una planilla y el cual se propone cambiar estableciendo un checklist plastificado y generando un reporte de novedad de mantenimiento diligenciado en el momento de presentarse cada evento ,haciendo más sencillo el reporte de las anomalías presentadas como entrada de las tareas a programar, ahorrándonos tiempo y materiales .

- Paso 2

Buscamos identificarlos Modos de Falla para que programando tareas preventivas o predictivas se puede evitar llegar a la ocurrencia de la falla .Como parte del análisis de tareas a realizar se presenta el cuadro de la Tabla 1:

Tabla 1. Identificación Modos de Fallas

Tarea	Frecuencia	Responsable	Falla
Corrección fugas menores de aceite	Diario	Operador	Bajo nivel de aceite
Corrección fugas menores de aire	Diario	Operador	Perdida de presión sistema
Verificación ruidos anormales	Diario	Operador	Daño oculto
Verificación desajustes y vibraciones anormales	Diario	Operador	Desalineación, desbalanceo
Verificación conexiones electricas	Diario	Operador	aislamiento del sistema
Registro variables electricas de control	Semanal	TMO	Amperaje elevado
Emisiones de Residuos de CO2 fuera de límites	Mensual	Mantenedor predictivo	Contaminación medio ambiente
Medición Espesores lámina ollas y tolvas	Semestral	Mantenedor predictivo	Rotura olla, tolva
Verificación desgaste bandas transportadoras	Mensual	TMO	Rotura banda
Verificación fugas material Colectores de polvos	Semanal	TMO	Contaminación medio ambiente
Gama 250 hrs	250 hrs	TMO	Falla funcional equipo
Gama 500 hrs	500 hrs	Contratista	Falla funcional equipo
Gama 1000 hrs	1000 hrs	Contratista	Falla funcional equipo
Gama 2000 hrs	2000 hrs	Contratista	Falla funcional equipo
Verificación fugas material Tornillo Sinfin	Semanal	TMO	Perdida de material
Engrasar sistema	Semanal	Operador	Frenado componentes
Medición Compresión motor	Anual	Mantenedor predictivo	Parada equipo por Perdida de potencia
Tomar muestra de aceite	500 hrs	Mantenedor predictivo	Parada equipo por Perdida de potencia

- Paso 3

En la revisión de los Modos de Falla se busca detectar la duplicidad de tareas y agregar nuevas derivadas de un análisis de falla producto de los datos históricos o de la experiencia del grupo. Aquí se espera encontrar un gran beneficio ya que

Tabla 2. Revisión Modos de Falla

Tarea	Responsable	Falla
Chequear y tensionar embrague Diaria	Operador	No acciona caja
Chequear y tensionar embrague Semanal	TMO	No acciona caja
Chequear y tensionar embrague 250 h	Contratista	No acciona caja
Revisar espesor de la banda Diaria	Operador	Rotura
Revisar espesor de la banda Inspeccion Semanal	TMO	Rotura
Medir Voltaje de Baterias Diario	Operador	Baterias sin carga
Medir Voltaje de Baterias Inspeccion Semanal	TMO	Baterias sin carga
Medir presion valvula descargue	Operador	No abre compuerta
Medir presion valvula descargue	TMO	No abre compuerta
Engrasar cadenas mezclador Diario	Operador	Bloqueo skip
Engrasar cadenas mezclador Inspeccion semanal	TMO	Bloqueo skip
Revisar espesor emplacado Semanal	TMO	Rotura
Revisar espesor emplacado Mensual	Contratista	Rotura
Verificar funcionamiento colector polvos silo 1 Diario	Operador	Contaminacion ambiental
Verificar funcionamiento colector polvos silo 1 Semanal	TMO	Contaminacion ambiental
Verificar funcionamiento colector polvos silo 1 Mensual	Contratista	Contaminacion ambiental
ADICIONAR		
Hacer analisis de vibraciones reductor sinfin Trimestral		
Revisar conexiones electricas automatismo Diario		

muchas tareas se ven repetidas en el alistamiento diario y en las gamas ejecutadas, esperándose además un gran aporte del conocimiento de los TMO para optimizar los preventivos e implementar un programa de predictivo formal. Se Presenta en la Tabla 2 el análisis inicial para este paso 3

- Paso 4

Para el análisis Funcional establecemos la perdida de función debida a cada Modo de Falla, generalmente la función principal se caracteriza porque realiza la

tarea para la cual está diseñado el sistema, sin embargo también se pueden presentar funciones secundarias que son necesarias para cumplir con la principal, dependiendo lo anterior del nivel de desglose al que lleguemos .Ver tabla 3
Tabla 3. Análisis Funcional

Tarea	Responsable	Falla	Función
Corrección fugas menores de aceite	Operador	Bajo nivel de aceite	Lubricación
Corrección fugas menores de aire	Operador	Perdida de presión sistema	Mantener compresión del sistema
Verificación ruidos anormales	Operador	Daño oculto	Transmisión de potencia
Verificación desajustes y vibraciones anormales	Operador	Desalineación, desbalanceo	Transmisión de potencia
Verificación conexiones electricas	Operador	aislamiento del sistema	Transmisión energía electrica
Registro variables electricas de control	TMO	Amperaje elevado	Transmisión energía electrica
Emisiones de Residuos de CO2 fuera de limites	Mantenedor predictivo	Contaminación medio ambiente	Almacenamiento
Medición Espesores lámina ollas y tolvas	Mantenedor predictivo	Rotura olla, tolva	Mantener hermeticidad
Verificación desgaste bandas transportadoras	TMO	Rotura banda	Transportar material de agregados
Verificación fugas material Colectores de polvos	TMO	Contaminación medio ambiente	Almacenamiento
Gama 250 hrs	TMO	Falla funcional equipo	Transportar concreto
Gama 500 hrs	Contratista	Falla funcional equipo	Transportar concreto
Gama 1000 hrs	Contratista	Falla funcional equipo	Transportar concreto
Gama 2000 hrs	Contratista	Falla funcional equipo	Transportar concreto
Verificación fugas material Tornillo Sinfin	TMO	Perdida de material	Transportar cemento
Engrasar sistema	Operador	Frenado componentes	Lubricación
Medición Compresión motor	Mantenedor predictivo	Parada equipo por Perdida de potencia	Transmitir potencia
Tomar muestra de aceite	Mantenedor predictivo	Parada equipo por Perdida de potencia	Transmitir potencia

- Paso 5

Para la Evaluación de Consecuencias cada Modo de Falla se analiza para determinar si la falla es evidente u oculta, la primera de ellas será conocida para los operadores y Técnicos bajo condiciones normales de planta, las ocultas requieren una falla simultanea para revelar la inicial (fallas múltiples) .En el caso de ser evidentes se debe realizar un análisis de los riesgos o consecuencias operacionales. Ver tabla 4

- Paso 6

Para la determinación de la políticas de Mantenimiento a utilizar nos acogemos a las consideraciones mencionadas en el numeral 4.1.3.6 ,definiendo tareas y frecuencias de tipo proactivo llevadas a cabo antes de que ocurra la falla y las

Tabla 4.Evaluación de Consecuencias

Tarea	Responsable	Falla	Función	Consecuencia
Corrección fugas menores de aceite	Operador	Bajo nivel de aceite	Lubricación	Operacional
Corrección fugas menores de aire	Operador	Perdida de presión sistema	Mantener compresión del sistema	Operacional
Verificación ruidos anormales	Operador	Daño oculto	Transmisión de potencia	Oculto
Verificación desajustes y vibraciones anormales	Operador	Desalineación, desbalanceo	Transmisión de potencia	Oculto
Verificación conexiones electricas	Operador	aislamiento del sistema	Transmisión energía eléctrica	Operacional
Registro variables electricas de control	TMO	Amperaje elevado	Transmisión energía eléctrica	Operacional
Emisiones de Residuos de CO2 fuera de limites	Mantenedor predictivo	Contaminación medio ambiente	Almacenamiento	Operacional
Medición Espesores lámina ollas y tolvas	Mantenedor predictivo	Rotura olla, tolva	Mantener hermeticidad	Operacional
Verificación desgaste bandas transportadoras	TMO	Rotura banda	Transportar material de agregados	Operacional
Verificación fugas material Colectores de polvos	TMO	Contaminación medio ambiente	Almacenamiento	Operacional
Gama 250 hrs	TMO	Falla funcional equipo	Transportar concreto	Operacional
Gama 500 hrs	Contratista	Falla funcional equipo	Transportar concreto	Operacional
Gama 1000 hrs	Contratista	Falla funcional equipo	Transportar concreto	Operacional
Gama 2000 hrs	Contratista	Falla funcional equipo	Transportar concreto	Operacional
Verificación fugas material Tornillo Sinfin	TMO	Perdida de material	Transportar cemento	Operacional
Engrasar sistema	Operador	Frenado componentes	Lubricación	Operacional
Medición Compresión motor	Mantenedor predictivo	Parada equipo por Perdida de potencia	Transmitir potencia	Oculto
Tomar muestra de aceite	Mantenedor predictivo	Parada equipo por Perdida de potencia	Transmitir potencia	Oculto
Hacer analisis de vibraciones reductor sinfín Trimestral	Mantenedor predictivo	Daño de rodamientos	Transmitir potencia	Oculto

cuales abarcan lo que comúnmente denominamos predictivo y preventivo. Las otras tareas serán encaminadas al rediseño, mantenimiento a rotura y búsqueda de la falla. Ver Tabla 5

- Paso 7

En este paso de agrupación y repaso después de completado el análisis de tareas se define el grupo de ejecutantes encargados de realizar las mismas, buscando eficiencia y productividad con una buena relación beneficio costo. En el Anexo 10 se presentan las tablas guía para el análisis de modo de falla y las gamas

resultantes propuestas producto de todo el estudio adelantado, arrojando como

Tabla 5. Política de Mantenimiento

Falla	Función	Consecuencia	Política	Frecuencia
Bajo nivel de aceite	Lubricación	Operacional	Inspeccionar	Diario
Perdida de presión sistema	Mantener compresión del sistema	Operacional	Inspeccionar	Diario
Daño oculto	Transmisión de potencia	Oculto	Monitoreo	Diario
Desalineación, desbalanceo	Transmisión de potencia	Oculto	Predictivo	Trimestral
aislamiento del sistema	Transmisión energía eléctrica	Operacional	Inspeccionar	Diario
Amperaje elevado	Transmisión energía eléctrica	Operacional	Monitoreo	Semanal
Contaminación medio ambiente	Almacenamiento	Operacional	Predictivo	Mensual
Rotura olla, tolva	Mantener hermeticidad	Operacional	Predictivo	Semestral
Rotura banda	Transportar material de agregados	Operacional	Monitoreo	Bimensual
Contaminación medio ambiente	Almacenamiento	Operacional	Monitoreo	Semanal
Falla funcional equipo	Transportar concreto	Operacional	Inspeccionar	250 hrs
Falla funcional equipo	Transportar concreto	Operacional	Inspeccionar	500 hrs
Falla funcional equipo	Transportar concreto	Operacional	Inspeccionar	1000 hrs
Falla funcional equipo	Transportar concreto	Operacional	Inspeccionar	2000 hrs
Perdida de material	Transportar cemento	Operacional	Monitoreo	Semanal
Frenado componentes	Lubricación	Operacional	Ejecución	Semanal
Parada equipo por Perdida de potencia	Transmitir potencia	Oculto	Predictivo	Anual
Parada equipo por Perdida de potencia	Transmitir potencia	Oculto	Pruebas	De acuerdo a tarea
Daño de rodamientos	Transmitir potencia	Oculto	Predictivo	Trimestral

beneficio una reducción de un 40% aproximado de tareas repetidas en la inspección diaria y la supresión de la gama tipo D para los frentes de Distribución y Entrega entre otros. Un alto beneficio se obtiene también con la modificación de Alistamientos de plantas los cuales se harán con una cobertura de una semana para su cumplimiento, involucrando al TMO para el registro y seguimiento de las tendencias para las variables de medición eléctricas y mecánicas con el equipo en marcha; para estas se presentan en el anexo 10 las más representativas ya que su volumen es bastante alto.

Producto del análisis de tareas también se generará paralelamente un programa más consolidado de predictivo, haciendo énfasis en muestras de lubricantes,

medición de espesores de elementos metálicos (ollas, tolvas), vibraciones, termografías, análisis ambiental de gases CO2 y seguimiento a variables operativas.

Otro aspecto relevante de este análisis fue la metodología para la definición de tareas y frecuencias en lo concerniente a Mejoramiento y mantenimiento de la Imagen de los equipos realizado a través de una Matriz de Relacionamiento QFD (Quality Function Deployment), por ser este un rubro relevante en los costos finales de mantenimiento. Esta es una herramienta de planificación sistemática para priorizar necesidades en diferentes tipos de procesos. Su formulación se realizó con funciones de suma producto en donde el resultado valorado es clasificado por un semáforo para acciones correspondientes. Se incluye en Anexo 10.

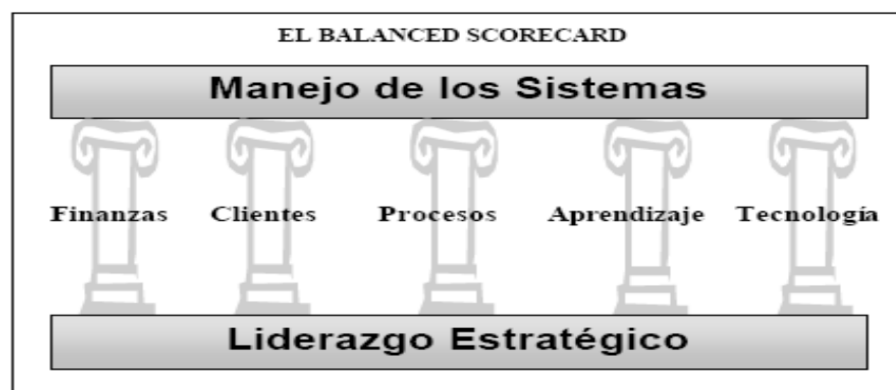
Para los pasos 8 y 9 de implementación y seguimiento se generaran las divulgaciones correspondientes a todas las áreas y será el tablero de control (Balanced Score Card) a implementar el encargado de realizar el seguimiento y la referencia para dictar las pautas y direccionamientos enfocados en un proceso de Mejoramiento Continuo.

Con un nivel de participación tan alto de reporte de anomalías por parte de los operadores como entrada de los requerimientos de mantenimiento se abre como propuesta de análisis a futuro pensar en verificar la posibilidad de implementación de algunos pilares del TPM –Mantenimiento Total Productivo para hacer más efectivos los procedimientos implementados.

4.2 BALANCE SCORD CARD

El concepto básico del BSC es traducir la Visión y Objetivos Corporativos para el caso la Mega en indicadores/mediciones del desempeño de la Organización bajo 5 pilares los cuales son finanzas, clientes, procesos, aprendizaje y tecnología.

Figura 39. Balance Score Card



Balanced Score Card = Medidas Financieras + Inductores Operacionales

Cada una de las áreas corporativas trabaja en sus cuadros de control bajo estas perspectivas y a continuación se propondrá para el macroproceso de Mantenimiento un cuadro base el cual será de permanente complemento bajo la premisa de mejoramiento continuo. Teniendo como objetivo establecer KPI's de Clase Mundial (ver Tabla 6) desde el nivel estratégico se plantea enfocarse inicialmente en indicadores CMD (Confiabilidad-Mantenibilidad-Disponibilidad) de aceptación mundial y compararlos con indicadores ya establecidos de las mejoras prácticas en otras empresas líderes del sector (Benchmarking), los cuales nos marcarán las acciones a implementar para mejorar nuestra calificación dentro de la matriz de excelencia.

Tabla 6. Indicadores de Clase Mundial

INDICADOR	RELACION	MEDICION
Costo de Mantenimiento	Costo Total Mtto/Costo Total producción	< 10-15%
Mantenimiento Planeado	Mantenimiento Planeado/Total de Mtto	> 85%
Mantenimiento Reactivo	Mantenimiento Emergente/Total Mtto	< 15%
Disponibilidad Equipos	Tiempo disponible /Máximo Tiempo disponible	> 97 %
Confiabilidad Equipos	Tiempo en funcionamiento hrs periodo-Averías/Horas en Funcionamiento	> 95%
MTBF	Tiempo Medio entre fallas	Aprox 5×10^{-6} fallas /hora
MTTR	Tiempo Medio de Reparaciones	Aprox 0,70 Dias
Mantenimiento Preventivo	Horas totales de Mantenimiento Preventivo / Horas totales de Mantenimiento disponibles	Aprox 20 %
Mantenimiento Predictivo	Horas totales de Mantenimiento Predictivo / Horas totales de Mantenimiento disponibles	Aprox 50 %
Backlog	Tiempo requerido para atender todas las OT pendientes	4-6 Semanas
Accidentes	Lesiones Registrables por cada 200,000 horas trabajadas (OSHA).	< 2
Entrenamiento	Horas por año, para al menos el 90% de personal	> 80 hrs/año
Costo de entrenamiento	% salario	Aprox 4%
Contratistas	Costo de contratista / Costo total de Mantenimiento	35-64%
[1] MITCHELL John S. et al. "Physical Asset Management Handbook"		

Siendo los valores de CMD de índole operativo y de mantenimiento la forma de ligarlos con el aspecto económico y monetario de la compañía será a través del análisis de su ciclo de vida LCC (Lyfe Cicle Cost), este será ya propuesto solamente como una siguiente fase a futuro de análisis e implementación después de haberse asegurado el afianzamiento de esta primera fase propuesta.

Con este mismo principio se pensara a futuro en el desarrollo del Modelamiento de fallas a partir del perfil de funcionalidad de cualquier equipo, el cual será una herramienta avanzada para el mejoramiento de la disponibilidad.

Con la medición de estos indicadores buscamos facilitar:

- El seguimiento de los objetivos del negocio : Producción, seguridad ,costos
- La identificación, seguimiento y manejo de los malos actores y cuellos de botella de mantenimiento y producción
- El desarrollo del ciclo de mejoramiento continuo de mantenimiento

La ecuación base universal CMD se expresa así:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Confiabilidad}}{\text{Confiabilidad} + \text{Mantenibilidad}}$$

Donde interactúan los tiempos útiles UT (SoFu=Estado de Funcionamiento) y los tiempos de fallas debidas a reparaciones (imprevistas) DT (SoFa=Estado de falla)

- Confiabilidad (R: Reliability)

Capacidad de un equipo para cumplir con sus funciones requeridas bajo unas condiciones dadas en un periodo de tiempo específico, se asocia a fallas.

$$R = \frac{\text{THIP} - \text{UMH}}{\text{THIP}} \times 100$$

THIP =Total horas en el periodo
 UMH =Total horas de parada no planeadas

La Confiabilidad es una medida directa de tiempo de parada no planeado. Esta se mide para eliminar la recurrencia de eventos de paradas no planeadas.

- Disponibilidad (A : Availability)

$$A = \frac{\text{THIP} - (\text{SMH} + \text{UMH})}{\text{THIP}} \times 100$$

THIP =Total horas en el periodo
 SMH =Total horas de parada planeadas
 UMH =Total horas de parada no planeadas

La Disponibilidad tiene en cuenta el tiempo de parada planeado y no planeado, se asocia a la posibilidad de generar servicio o productos.

La Disponibilidad Mecánica (A Mec) tiene en cuenta el tiempo de mantenimiento planeado y no planeado y como es afectado por las actividades propias de mantenimiento.

Para el caso de la Mantenibilidad (M: Maintainability) esta se asocia a las reparaciones.

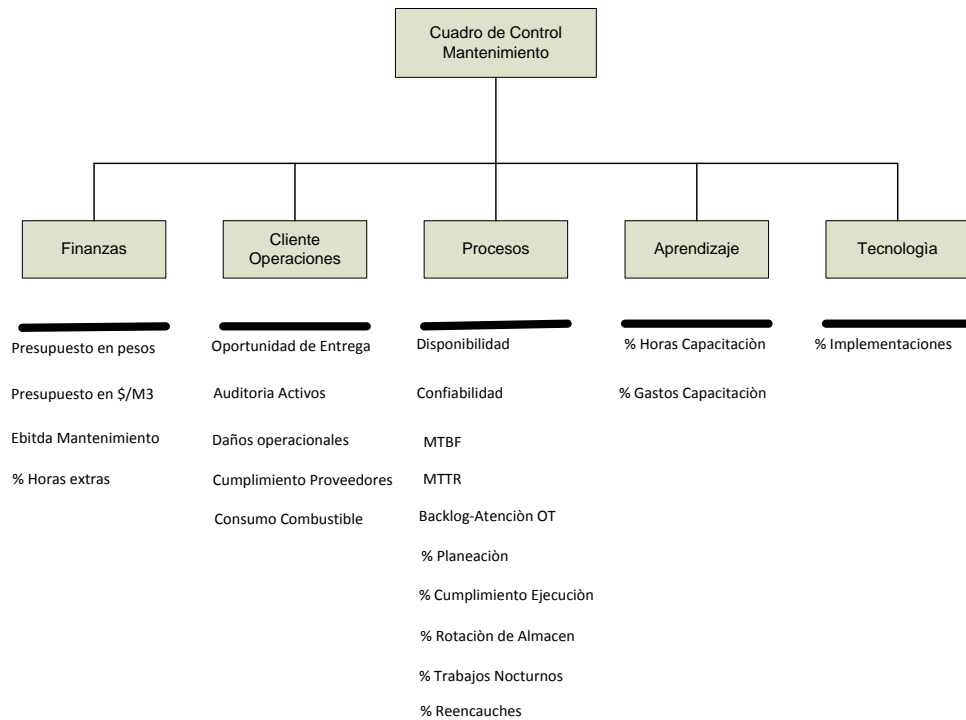
En el Anexo 11 se muestra el perfil de funcionalidad de un equipo y los diferentes tiempos considerados en un periodo de análisis. Se anexan también los datos de

Benchmarking para las industrias Norteamericanas equivalente a la nuestra, emitidas por la NRMCA (National Ready Mixed Concrete Association) y los cuales serán objeto de las metas a alcanzar.

En la Figura 40 se propone un cuadro de control básico para Mantenimiento, el cual se complementara con el seguimiento y creación de nuevos indicadores a través de un proceso de Mejoramiento Continuo.

En el análisis de indicadores de Benchmarking de las diferentes empresas de EUA que componen la NMCRA se resaltan en rojo los indicadores típicos para los miembros de esta asociación en cada una de las áreas del Negocio. Específicamente para mantenimiento aparecen valores relevantes en términos de porcentajes y costos de Dólares /yarda 3 (traducible a \$/m3) el cual

Figura 40. Cuadro de Mando de Control Mantenimiento



Es prácticamente un componente básico de los indicadores gestionados a nivel de la organización.

4.3 REPUESTOS CENTRADOS EN CONFIABILIDAD (RCS)

Como se mencionó en el diagnóstico inicial se cuenta con una clasificación ABC del almacén y medición de indicador básico de rotación de repuestos ,la clasificación de referencias manejada tiene una combinación de elementos Push(Control de Inventarios por Incrementos) y Pull (Control de inventario por demanda) con una clara dominación de los primeros a partir de elementos en ROP,pero sin poderse desligar en menor cantidad de los segundos por presentarse requerimientos particulares a este tipo de industria y buscando minimizar el impacto en las tareas programadas con un Lead Time (Tiempo espera proveedor) bajo.

Teniendo una política muy clara de Tercerización producto de la revaluación de la idea clásica de que solo se deben subcontratar actividades o servicios de mantenimiento que son indiferenciados (es decir que no afectan las funciones ni los procesos primarios de la operación) los cuales generan mucho desgaste en la gestión interna, es necesaria proponer una estrategia de compra de repuestos y Servicios – ECRS como herramienta facilitadora de las tareas de planeación y programación de las actividades de mantenimiento ,buscando aumentar la disponibilidad de los activos de la organización. Para tal fin el objetivo es proponer una matriz estratégica de contratación de servicios de mantenimiento, aplicable a cualquiera de los frentes de operación.

Inicialmente es necesario establecer las actividades y tipo de servicio requerido las cuales por el gran número de combinaciones presentadas es una labor de gran envergadura, estas tareas se denotaran como tareas estándar o Jobcost .A manera de ejemplo se propone en el anexo 12 un listado inicial para el frente de entrega-bombeo teniéndose que desarrollar el resumen completo para los frentes de producción y distribución. El siguiente paso es establecer la lista de bienes y servicios a contratar de acuerdo a los programas y tareas de mantenimiento producto del PMO, dependiendo de la complejidad de las mismas se establecerán las estrategias para contratar como negociar,alianza,minimizar costo u ofertar, lo anterior tendrá una relación directa con la criticidad de los tipos de contratos y su riesgo para la operación a establecer con los proveedores los cuales serán en ultimas claves, para obtener de estos el cumplimiento deseado .La criticidad del contrato estará enmarcada entre su valor y el riesgo para la operación .(ver anexo 12).En la figura 41 se presenta la matriz estratégica de contratación de servicios a aplicar.

A futuro esta implementación acompañada del manejo de la LCC en línea nos permitirá realizar un monitoreo y selección de proveedores apropiados para mantener unos buenos indicadores de Gestión de Mantenimiento. En conjunto con Compras se ha de establecer una Evaluación de Proveedores confiable para tomar las acciones pertinentes .A nivel de un proceso decisional de servicio o producto específico de mantenimiento se propone desarrollarlo a partir de el Enfoque Técnico Internacional basado en Venkatesan y de muy buenos resultados obtenidos por Cummins Engine Company.

Figura 41. Matriz Estratégica de Contratación

		MATRIZ DE TIPO DE CONTRATO (Repuestos y Servicios)	
IMPACTO EN EL NEGOCIO	ALTO	<p>Cuello de Botella</p> <p>Alto impacto en la Operación Principal. Pocos Proveedores. Riesgo de Incumplimiento. Complejidad Técnica Baja, No requiere ser fabricante o único Proveedor..</p> <p>Ej. Bienes y Servicios que puedan Sustituirse. que puedan sustituirse, Metal-Mecánica, Eléctricos.</p>	<p>Crítico</p> <p>Sostienen la Operación Principal Afectan Niveles de productividad y/o lucro cesante. Tienen disponibilidad en el mercado limitada. Alto Valor.</p> <p>Ej: Insumos de producto principal de negocio; Repuestos/Servicios equipos críticos; Ingenierías Conceptuales y Básicas, Asesorías Estratégicas.</p>
	BAJO	<p>Rutinario</p> <p>Forman parte de los subprocesos auxiliares y administrativos. Baja complejidad técnica y bajo impacto en la operación. Existen muchas fuentes de suministro.</p> <p>ej. Servicios Admon, herramientas comunes, Electricidad e instrumentación genérica, Pintura General, Vehiculos Livianos</p>	<p>Especiales (Apalancamiento)</p> <p>Son materiales/Servicios Especiales de bajo impacto inmediato en la Operación pero Necesarios. Complejidad Técnica Alta (Tecnología especial).</p> <p>Ej. Servicios/Repuestos de Mecánica, Electricidad, Instrumentación Especiales. Servicios: Termografía, Vibraciones, Laboratorios, etc. válvulas de seguridad, Sistemas de Seguridad, Alarmas, etc.</p>
		BAJO	ALTO
		COMPLEJIDAD DEL CONTRATO	

Matriz estratégica de Contratación de Servicios de Mantenimiento

5. CONCLUSIONES

- Paralelo al desarrollo de un Modelo de Gestión de Activos la implementación de PMO es una alternativa altamente viable en empresas con un Mantenimiento preventivo consolidado y un entorno de negocios muy dinámico, en donde sus activos tienen ciclos de vida cortos como lo es el caso en estudio de Concretos Argos .Revaluando el paradigma de ser solamente aplicable a Industrias Químicas, Petroquímicas o Petroleras por ser en ellas en donde han nacido estas iniciativas.
- La participación del capital humano (operadores, técnicos etc.) y una cultura del cuidado del activo es de vital importancia para el éxito de estas estrategias y ha de ser útil complementar su desarrollo con la combinación de pilares o principios como los del TPM a futuro.
- Su aplicabilidad está muy acorde con los principios de la Política de Sostenibilidad Corporativa y un proceso de Mejora continua enmarcada en el ciclo PHVA.

BIBLIOGRAFIA

Clásica

GONZÁLEZ JAIMES, Isnardo. Seminario II: Monografía de especialización. UIS, Bogotá, 1999.

KNEZEVIC, Jezdimir. Mantenimiento. 1ª ed. Madrid. Editorial Isdefe, 1996. 211 p: 84-89338-08-6

MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de Servicios. 1 ed. Medellín. Editorial AMG, 2005. 306 p

MOUBRAY, John. RCM Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. 1ª Edición en Español. Buenos Aires. 2004. 433 p.

NACHIAS, Joel A. Fiabilidad. 1ª ed. Madrid. Editorial Isdefe, 1995. 217 p: ISBN: 84-89338-07-8

SHIGLEY, J. MISCHKE, Charles R. Diseño en Ingeniería Mecánica. 5ª. ed. Editorial Mcgraw Hill. Mexico. 2000. 417 p

Internet

GARCIA PALENCIA, Oliverio. GONZALEZ, Hector Alvaro. Modelo Mixto de Confiabilidad basado en estadística para la optimización del mantenimiento industrial . Bogota. Disponible en Internet: <http://virtual.uptc.edu.co/drupal/?q=node/340>

TURNER, Steve. MBA. OMCS. PM Optimization Programs Maintenance, Analysis for Results. 2002. Disponible en internet: <http://www.pmo2000.com>, info@omcsinternational.com

ANEXOS

ANEXO 1



ALISTAMIENTO DIARIO DE BOMBAS DE CONCRETO

Versión: 03
Fecha Aprobación: Febrero 28/07

PLANTA: _____

OK:

BOMBA N°: _____ Fecha: ____/____/____
dd/mm/aaaa

MAL:

ACTIVIDADES	1er turno	2do turno	Observaciones	N° OT
REVISIÓN DE NIVELES Y FUGAS				
Revisar nivel de aceite motor; si es necesario completar nivel.				
Revisar nivel de refrigerante; si es necesario completar nivel.				
Revisar nivel de combustible.				
Revisar nivel de aceite hidráulico; si es necesario completar nivel.				
Revisar nivel de aceite de dirección; si es necesario completar nivel.				
Revisar el nivel de agua de las baterías; si es del caso se adiciona agua destilada.				
Revisar fugas de aceite, agua o aire.				
Revisar restricción del filtro de aire motor (reportar de inmediato si es necesario cambiarlo).				
Revisar el nivel de ACPM del motor auxiliar si lo tiene.				
Revisar el nivel de aceite del motor auxiliar si lo tiene.				
Revisar el nivel de aceite de la caja de transferencia.				
Comprobar nivel de aceite engranaje del agitador.				
REVISIÓN DEL CAMIÓN				
Revisar estado y tensión de correas (alternador y ventilador).				
Verificar presión llantas (de acuerdo a las recomendaciones del fabricante).				
Verificar buen funcionamiento de los indicadores y alarmas, (reportar lecturas anormales).				
Revisar la correcta operación de los frenos de parqueo.				
Verificar presión aceite motor, presión de aire, y temperatura motor.				
Revisar el funcionamiento de todas las luces, pito y radio.				
Revisar estado y vencimiento de equipo de seguridad y documentos del vehículo.				
Revisar estado de tapacubos, barras tensoras, muelles y crucetas.				
REVISIÓN BOMBA				
Revisión del vació en cámara de vació (Kyokuto).				
Hacer inspección visual del boom para detectar golpes, fisuras o fugas.				
Revisar la bomba automática de lubricación y engrasar émbolos, tolva, agitador y equipo en general.				
Verificar ajuste del rock y correcto funcionamiento de anillo de corte.				
Verificar ausencia de sedimentación en la caja de agua.				
Verificar estado de sellos riñon y conicos.				
Verificar funcionamiento ventilador radiador de aceite.				
Revisar el toma fuerza y cardanes hacia las bombas hidráulicas y reportar anomalías.				
Revisar estado de las correas del motor auxiliar si lo tiene.				
Revisar indicador de estado de filtros hidráulicos (manómetros).				
Verificar funcionamiento de cilindros de cambio rock (o buzos en correderas).				
Revisar ajuste de unión con biela de cilindro de cambio.				
En las correderas verificar la ausencia de masilla en los depositos.				
ACCIONES				
Al inicio de la jornada purgar los tanques de ACPM para retirar el condensado.				
Al final de la jornada se debe purgar el tanque de aire comprimido.				
Cambiar agua de la caja de refrigeración y reportar si hay paso de masilla o aceite.				
Comprobar funcionamiento de la bomba de agua de lavado.				
Comprobar funcionamiento de controles de las patas estabilizadoras.				
Comprobar funcionamiento controles de bombeo (manual y remoto).				
Anotar horas ACUMULADAS de trabajo de vehículo.				
Anotar Km. ACUMULADOS Recorridos del vehículo.				
REPORTE DE FALLAS (reportar limpieza, golpes, averías)				
Operador 1:				
El equipo puede operar de forma segura SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
Operador 2:				
El equipo puede operar de forma segura SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
CERTIFICO QUE HE RECIBIDO EL EQUIPO EN LAS CONDICIONES QUE SE DESCRIBEN.				
OPERADOR 1: _____			OPERADOR 2: _____	
TECNICO MTTO: _____			TECNICO MTTO: _____	



ALISTAMIENTO DIARIO DE MEZCLADORES DE CONCRETO

Versión: 03
Fecha Aprobación: Febrero 28/07

PLANTA: _____

OK:

EQUIPO N°: _____ Fecha: ____/____/____
dd/mm/aaaa

MAL:

ACTIVIDADES	1er turno	2do turno	Observaciones	N° OT
REVISIÓN DE NIVELES Y FUGAS				
Revisar nivel de aceite motor; si es necesario completar nivel.				
Revisar nivel de refrigerante; si es necesario completar nivel.				
Revisar nivel de combustible.				
Revisar nivel de aceite hidráulico; si es necesario completar nivel.				
Revisar nivel de aceite de dirección; si es necesario completar nivel.				
Revisar nivel de aceite del reductor de la olla.				
Revisar el nivel de agua de las baterías; si es del caso se adiciona agua destilada.				
Revisar fugas de aceite, agua o aire.				
Revisar restricción del filtro de aire motor (reportar de inmediato si es necesario cambiarlo).				
REVISIÓN DEL CAMIÓN				
Revisar estado y tensión de correas (alternador y ventilador).				
Verificar presión llantas (Eje delantero 110 psi - Eje trasero 100 psi).				
Verificar buen funcionamiento de los indicadores y alarmas, (reportar lecturas anormales).				
Revisar la correcta operación de los frenos de parqueo.				
Verificar presión aceite motor, presión de aire, y temperatura motor.				
Revisar el funcionamiento de todas las luces, pito y radio.				
Revisar estado y vencimiento de equipo de seguridad y documentos del vehículo.				
Revisar estado de tapacubos, barras tensoras, muelles y crucetas.				
REVISIÓN OLLA				
Revisar fisuras en la estructura de la mezcladora y chasis.				
Revisar libre giro de los rodillos y adicionar grasa si se requiere.				
Revisar vibraciones de la olla, linealidad entre rodillos y pista.				
Revisar lubricación y juego en la cruceta del cardan de la bomba hidráulica.				
ACCIONES				
Al inicio de la jornada purgar los tanques de ACPM para retirar el condensado.				
Al final de la jornada se debe purgar el tanque de aire comprimido.				
Anotar horas ACUMULADAS de trabajo de vehículo.				
Anotar Km. ACUMULADOS Recorridos del vehículo.				
REPORTE DE FALLAS (reportar limpieza, golpes, averías)				
Operador 1:				
El equipo puede operar de forma segura SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
Operador 2:				
El equipo puede operar de forma segura SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
CERTIFICO QUE HE RECIBIDO EL EQUIPO EN LAS CONDICIONES QUE SE DESCRIBEN.				
OPERADOR 1: _____		OPERADOR 2: _____		
TECNICO MTTO: _____		TECNICO MTTO: _____		



ALISTAMIENTO DIARIO DE CARGADORES

Versión: 03
Fecha Aprobación: Febrero 28/07

PLANTA: _____

OK:

EQUIPO N°: _____ Fecha: ____/____/____
dd/mm/aaaa

MAL:

ACTIVIDADES	1er turno	2do turno	Observaciones	N° OT
INSPECCIONES				
Revisar nivel de aceite motor				
Revisar nivel de refrigerante				
Revisar nivel de combustible				
Revisar tensión de las correas (deflexión ±3/8")				
Revisar estado baterías, bornes y cables				
Revisar nivel aceite hidráulico				
Revisar nivel aceite transmisión				
Revisar y Reportar fugas de agua, aceite o aire				
Revisar estado de soportes motor, servo, cabina				
Verificar estado crucetas y Yoke				
Verificar presión de llantas				
Delanteras= 50 psi (L70,L90) / 60 psi (L180, 980)/				
Traseras= 40 psi (L70,L90) / 60 psi (L180, 980)/				
Revisar estado del cucharón				
Revisar juego de pasadores y bujes				
Revisar luces alerta del tablero, pito y alarmas				
Revisar operación del encendido				
Revisar operación luces internas y switches				
Verificar funcionamiento de frenos				
Verificar funcionamiento del alternador.				
Comprobar restricción filtro de aire (en rojo remplazar)				
Verificar funcionamiento limpiaparabrisas y lavaparabrisas				
Chequear mecanismo de suspensión de la silla				
Revisar estado cinturón de seguridad				
Verificar funcionamiento Aire Acondicionado				
Verificar estado y posición de retrovisores				
Revisar presión, estado del extinguidor y fecha recarga				
SERVICIOS				
Engrasar pines de pivote inferiores y superiores equipo				
Drenar tanque de aire (si lo tiene)				
Engrase general del equipo				
REGISTRAR HOROMETRO DEL EQUIPO				

REPORTE DE FALLAS (reportar limpieza, golpes, averías)

Operador 1: _____

El equipo puede operar de forma segura SI NO

Operador 2: _____

El equipo puede operar de forma segura SI NO

CERTIFICO QUE HE RECIBIDO EL EQUIPO EN LAS CONDICIONES QUE SE DESCRIBEN.

OPERADOR 1: _____ OPERADOR 2: _____

TECNICO MTTQ: _____ TECNICO MTTQ: _____

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MIXER****GAMA TIPO A 500 HORAS****HOJA 1 DE 2**

Fecha de Aprobación: 14 Sep/07

Versión: 001

 MIXER No: _____ PLACA: _____
 FECHA: Dia: _____ Mes: _____ Año: _____
 CONTRATISTA: _____

 HOROMETRO: _____ O.T. _____
 KILOMETROS: _____ CHASIS: _____
 MARCA VEHICULO: _____

BIEN:

NECESITA CORRECCIÓN:

CORREGIDO:

NO APLICA:

MOTOR

MA001	Chequear y registrar presión de aceite Min.	
MA002	Chequear y registrar presión de aceite Máx..	
MA003	Verificar y registrar temperatura del motor	
MA004	Chequear y registrar Rpm Min.	
MA005	Chequear y registrar Rpm MAX.	
MA006	Revisar indicador de nivel de combustible	
MA007	Verificar correcto apagado motor	
MA008	Verificar alarma o luz alta temperatura de motor	
MA009	Comprobar operación freno de motor	
MA010	Verificar sonidos anormales de motor	
MA011	Verificar calidad del humo de escape y analizar comportamiento	
MA012	Verificar estado de mangueras de agua	
MA013	Verificar soporte, templetes, mangueras y enfoque del radiador	
MA014	Revisar fugas, nivel de Agua y % de Aditivo	
MA015	Revisar fugas y nivel de aceite	
MA016	Comprobar restricción filtro de aire y cambiar filtro si requiere	
MA017	Ajustar abrazaderas admisión de aire	
MA018	Revisar enfriador de aire	
MA019	Verificar manguera y tubo de admisión de aire	
MA020	Cambio de aceite motor (tomar Muestra de aceite)	
MA021	Cambiar filtro aceite motor	
MA022	Cambiar filtro combustible	
MA023	Cambiar filtro refrigerante	
MA024	Revisar tensión, alineación y estado de correas (deflexión $\pm 3/8"$)	
MA025	Verificar tuberías, mangueras y abrazaderas sist. combustible	
MA026	Lavar radiador externamente	

DIRECCIÓN

DA001	Verificar juego en splinder	
DA002	Verificación y engrase de terminales de dirección	
DA003	Verificar que la barra de dirección este derecha	
DA004	Revisar terminales de dirección y cruceta columna de dirección	
DA005	Revisar crucetas y varillaje de la dirección	
DA006	Verificar ajuste tornillos de caja de dirección	
DA007	Verificar juego de la biela de la dirección	
DA008	Comprobar operación de la dirección hidráulica	
DA009	Verificar fugas por bomba de dirección	
DA010	Verificación nivel de aceite sistema de dirección	
DA011	Chequear juego de la dirección (30° o 1 pulgada)	
DA012	Comprobar agarrotamiento	
DA013	Verificar recorrido y vibración	

TRANSMISIÓN Y CAJA

TA001	Revisar recorrido libre del embrague (1-1/2 pulgada)	
TA002	Verificar del estado de guaya sistema embrague.	
TA003	Verificar articulaciones embrague	
TA004	Comprobar operación del freno de caja de embrague	
TA005	Revisar tornillos carcaza caja	
TA006	Engrase articulaciones embrague	
TA007	Verificar ruidos y/o vibraciones	
TA008	Revisar nivel aceite caja	
TA009	Verificar fugas de aceite en diferenciales	
TA010	Revisar nivel aceite transmisión	
TA011	Verificar estado desfuegos de diferenciales	
TA012	Engrase suspensión delantera	
TA013	Verificar y engrasar cardanes de la transmisión y crucetas	
TA014	Verificar soportes y rodamientos de cardanes	
TA015	Verificar barras tensoras	
TA016	Verificar estado de espárragos de ejes	
TA017	Verificar estado crucetas y Yoke	

ELECTRICO

EA001	Revisar operación del encendido	
EA002	Revisar luces alerta del tablero (Alamas)	
EA003	Verificar funcionamiento del pito y alarma de reverso	
EA004	Revisar funcionamiento luces direccionales	
EA005	Verificar funcionamiento limpia parabrisas y lava parabrisas	
EA006	Revisar luces de frenos	
EA007	Revisar luces de parqueo	
EA008	Revisar luces de cortesía	
EA009	Revisar faros delanteros altos y bajos	
EA010	Verificar funcionamiento del alternador	
EA011	Verificar funcionamiento aire acondicionado	
EA012	Revisar tensión de la correa del alternador	
EA013	Verificar nivel agua batería y adicionar si requiere	
EA014	Limpia y Lavar bornes batería	
EA015	Medir y registrar voltaje de baterías	
EA016	Revisar estado físico de baterías y cables	

FRENOS Y LLANTAS

FA001	Revisar fugas de aire (mangueras y conexiones)	
FA002	Verificar correcta operación del compresor	
FA003	Comprobar y registrar presión de corte del gobernador	
FA004	Chequear caída presión con freno de servicio aplicado (psi/ 1 minuto) _____ -	
FA005	Comprobar el indicador de baja presión de aire	
FA006	Drenar tanque de aire	
FA007	Verificar presencia de ruidos extraños al frenar	
FA008	Verificar varilla de empuje de la cámara que no este recostada a la cámara y rathe centrado	
FA009	Verificar válvula relay, de alivio y bomba de freno	
FA010	Verificación de espesor bandas de freno todas las ruedas (espesor > 1/4 pulgada)	



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MIXER
GAMA TIPO A 500 HORAS**

HOJA 2 DE 2

Fecha de Aprobación: 14 Sep/07
Versión: 001

MIXER No: _____ PLACA: _____
FECHA: Día: _____ Mes: _____ Año: _____
CONTRATISTA: _____

HOROMETRO: _____ O.T. _____
KILOMETROS: _____ CHASIS: _____
MARCA VEHICULO: _____

BIEN: **NECESITA CORRECCIÓN:** **CORREGIDO:** **NO APLICA:**

FRENOS Y LLANTAS

FA011	Verificar operación del freno de servicio	
FA012	Verificar operación del freno de parqueo	
FA013	Verificar mangueras, tuberías, acoples y abrazaderas	
FA014	Revisión y engrase de ratches y levas de freno	
FA015	Comprobar condición y combinación de llantas	
FA016	Verificar correcta presión en llantas	
FA017	Chequear y tensionar frenos	
FA018	Verificar topes en los rines	
FA019	Verificar estado de pernos de fijación/tensión tuercas	

HA002	Verifique el estado de mangueras y acoples.	
HA003	Revisar nivel aceite hidráulico	
HA004	Revisar fugas	
HA005	Verificar funcionamiento ventilador radiador de aceite	
HA006	Engrase de pasadores de cilindros hidráulicos	

OLLA

OA001	Verificar condición Amarres sobre chasis	
OA002	Verificar estado pista	
OA003	Verificar estado rodillos	
OA004	Chequear alineamiento rodillos y pista	
OA005	Chequear tornillos de ajuste	
OA006	Compruebe el estado de la tapa ecológica y su correcto sellado.	
OA007	Verificar Babero de descarga	
OA008	Verificar fugas por reductor	
OA009	Compruebe la existencia de ruidos extraños en el reductor	
OA010	Chequear nivel de aceite reductor	
OA011	Verificar funcionamiento de guayas y cremalleras	
OA012	Chequear válvula de seguridad de aire comprimido	
OA013	Revisar fugas motor y bomba	
OA014	Verificar estado cardan bomba principal	
OA015	Verificar estado acople motor hidráulico	
OA016	Verificar revoluciones de olla 16-18 rpm a max. Vel. motor	
OA017	Verificar estado y funcionamiento sistema de presurizado	
OA018	Chequear Estado tanque de agua	
OA019	Engrasar cardan, crucetas bomba hidraulica	
OA020	Limpia radiador de aceite	
OA021	Revisar funcionamiento mandos bomba hidráulica	
OA022	Engrasar pista de la olla	
OA023	Chequear sistema eléctrico	
OA024	Verificar estado de Mangueras de lavado	
OA025	Revisar fugas de aceite en conexiones de mangueras	

CABINA Y CHASIS

CA001	Verificar vidrios (bajan, suben), parabrisas, retrovisores.	
CA002	Revisar funcionamiento de ventanillas	
CA003	Comprobar estado de cuchillas y brazos limpiadores	
CA004	Chequear mecanismo de suspensión de la silla	
CA005	Revisar estado cinturón de seguridad	
CA006	Verificar soporte de tanque de combustible y tapa	
CA007	Verificar estado de pernos montaje cabina	
CA008	Verificar nivel de agua lava parabrisas	
CA009	Revisar fisuras en chasis y torres	
CA010	Revisión lubricación bisagras, puertas	
CA011	Revisión y lubricación ajustadores y correderas de asientos	
CA012	Estado de pasadores y chapas de puertas	
CA013	Verificar estado de capot y seguros del capot	
CA014	Rev. Presión, Estado de Extintor y Fecha Recarga	
CA015	Revisar estado de tensores	

SUSPENSIÓN

SA001	Verificar escapes en sellos de las ruedas	
SA002	Verificar niveles de aceite en ruedas delanteras	
SA003	Revisar estado de bujes y cauchos	
SA004	Verificar sistema de muelles, pasadores y bujes	
SA005	Revisar grietas muelles y bastidor	
SA006	Revisar estado de soportes de muelles (sillin)	

HIDRÁULICO

HA001	Verificar lectura de manómetro de filtro de aceite	
-------	--	--

OTROS

GA001	Engrase general del equipo	
GA002	Corregir fallas detectadas en la anterior revisión	

ANOMALIAS ENCONTRADAS (Relacione el número del ítem relacionado y sus observaciones)

OBSERVACIONES DEL OPERADOR

Nombre Operador: _____
Nombre Mecánico: _____

Firma: _____
Firma: _____



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MIXER
GAMA TIPO B 1000 HORAS**

HOJA 1 DE 3

Fecha de Aprobación: 14 Sep/07
Versión: 001

MIXER No: _____ PLACA: _____
FECHA: Día: _____ Mes: _____ Año: _____
CONTRATISTA: _____

HOROMETRO: _____ O.T. _____
KILOMETROS: _____ CHASIS: _____
MARCA VEHICULO: _____

BIEN: **NECESITA CORRECCIÓN:**

CORREGIDO: **NO APLICA:**

MOTOR

MA001	Chequear y registrar presión de aceite Min.	
MA002	Chequear y registrar presión de aceite Máx.	
MA003	Verificar y registrar temperatura del motor	
MA004	Chequear y registrar Rpm Min.	
MA005	Chequear y registrar Rpm Max.	
MA006	Revisar indicador de nivel de combustible	
MA007	Verificar correcto apagado motor	
MA008	Verificar alarma o luz alta temperatura de motor	
MA009	Comprobar operación freno de motor	
MA010	Verificar sonidos anormales de motor	
MA011	Verificar calidad del humo de escape y analizar comportamiento	
MA012	Verificar estado de mangueras de agua	
MA013	Verificar soporte, templetos, mangueras y enfoque del radiador	
MA014	Revisar fugas, nivel de Agua y % de Aditivo	
MA015	Revisar fugas y nivel de aceite	
MA016	Comprobar restricción filtro de aire y cambiar filtro si requiere	
MA017	Ajustar abrazaderas admisión de aire	
MA018	Revisar enfriador de aire	
MA019	Verificar manguera y tubo de admisión de aire	
MA020	Cambio de aceite motor (tomar Muestra de aceite)	
MA021	Cambiar filtro aceite motor	
MA022	Cambiar filtro combustible	
MA023	Cambiar filtro refrigerante	
MA024	Revisar tensión, alineación y estado de correas (deflexión ±3/8 in)	
MA025	Verificar tuberías, mangueras y abrazaderas sistema de combustible	
MA026	Lavar radiador externamente	
MB001	Revisar alabes del ventilador y montaje del enfocador	
MB002	Revisar hub y embrague del ventilador	
MB003	Rev.bomba de agua (fugas, desajustes, grietas, ruidos)	
MB004	Revisar juego en turbina, chequear fugas	
MB005	Revisar tuberías de escape y conexiones (fugas)	
MB006	Revisar presión sistema de refrigeración	
MB007	Revisar interior tuberías admisión en busca de depósitos	
MB008	Revisar polea tensora	
MB009	Drenar tanque de ACPM	

ELÉCTRICO

EA001	Revisar operación del encendido	
EA002	Revisar luces alerta del tablero (Alarmas)	
EA003	Verificar funcionamiento del pito y alarma de reverso	
EA004	Revisar funcionamiento luces direccionales	
EA005	Verificar funcionamiento limpia parabrisas y lava parabrisas	
EA006	Revisar luces de frenos	
EA007	Revisar luces de parqueo	
EA008	Revisar luces de cortesía	
EA009	Revisar faros delanteros altos y bajos	
EA010	Verificar funcionamiento del alternador	

EA011	Verificar funcionamiento aire acondicionado	
EA012	Revisar tensión de la correa del alternador	
EA013	Verificar nivel agua batería y adicionar si requiere	
EA014	Limpiar y Lavar bornes batería	
EA015	Medir y registrar voltaje de baterías	
EA016	Revisar estado físico de baterías y cables	
EB001	Chequear cableado y conexión a tierra	
EB002	Limpiar y sellar celdas batería	
EB003	Medir y registrar acidez agua en baterías	

DIRECCIÓN

DA001	Verificar juego en splinder	
DA002	Verificación y engrase de terminales de dirección	
DA003	Verificar que la barra de dirección este derecha	
DA004	Revisar terminales de dirección y cruceta columna de dirección	
DA005	Revisar crucetas y varillaje de la dirección	
DA006	Verificar ajuste tornillos de caja de dirección	
DA007	Verificar juego de la biela de la dirección	
DA008	Comprobar operación de la dirección hidráulica	
DA009	Verificar fugas por bomba de dirección	
DA010	Verificación nivel de aceite sistema de dirección	
DA011	Chequear juego de la dirección (30° o 1 pulgada)	
DA012	Comprobar agarrotamiento	
DA013	Verificar recorrido y vibración	
DB001	Verificar juego rodamientos cada rueda	
DB002	Verificar convergencia	

TRANSMISIÓN Y CAJA

TA001	Revisar recorrido libre del embrague (1-1/2 pulgada)	
TA002	Verificar del estado de guaya sistema embrague.	
TA003	Verificar articulaciones embrague	
TA004	Comprobar operación del freno de caja de embrague	
TA005	Revisar tornillos carcaza caja	
TA006	Engrase articulaciones embrague	
TA007	Verificar ruidos y/o vibraciones	
TA008	Revisar nivel aceite caja	
TA009	Verificar fugas de aceite de diferenciales	
TA010	Revisar nivel aceite transmisión	
TA011	Verificar estado desfuegos de diferenciales	
TA012	Engrase suspensión delantera	
TA013	Verificar y engrasar cardanes de la transmisión y crucetas	
TA014	Verificar soportes y rodamientos de cardanes	
TA015	Verificar barras tensoras	
TA016	Verificar estado de espárragos de ejes	
TA017	Verificar estado crucetas y Yoke	

FRENOS Y LLANTAS

FA001	Revisar fugas de aire (mangueras y conexiones)	
FA002	Verificar correcta operación del compresor	

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MIXER****GAMA TIPO B 1000 HORAS****HOJA 2 DE 3**Fecha de Aprobación: 14 Sep/07
Versión: 001MIXER No: _____ PLACA: _____
FECHA: Día: _____ Mes: _____ Año: _____
CONTRATISTA: _____HOROMETRO: _____ O.T. _____
KILOMETROS: _____ CHASIS: _____
MARCA VEHICULO: _____BIEN: **NECESITA CORRECCIÓN:** **CORREGIDO:** **NO APLICA:** **FRENOS Y LLANTAS**

FA003	Comprobar y registrar presión de corte del gobernador	
FA004	Chequear caída presión con freno de servicio aplicado (psi/ 1 minuto)	
FA005	Comprobar el indicador de baja presión de aire	
FA006	Drenar tanque de aire	
FA007	Verificar presencia de ruidos extraños al frenar	
FA008	Verificar varilla de empuje de la cámara que no este recostada a la cámara y rathe centrado	
FA009	Verificar válvula relay, de alivio y bomba de freno	
FA010	Verificación de espesor bandas de freno todas las ruedas (espesor > 1/4 pulgada)	
FA011	Verificar operación del freno de servicio	
FA012	Verificar operación del freno de parqueo	
FA013	Verificar mangueras, tuberías, acoples y abrazaderas	
FA014	Revisión y engrase de ratches y levas de freno	
FA015	Comprobar condición y combinación de llantas	
FA016	Verificar correcta presión en llantas	
FA017	Chequear y tensionar frenos	
FA018	Verificar topes en los rines	
FA019	Verificar estado de pernos de fijación/tensión tuercas	
FB001	Revisar estado levas "S" y camaras de freno	
FB002	Verificar correcta torsión de las tuercas de la brida del eje	

CABINA Y CHASIS

CA001	Verificar vidrios (bajan, suben), parabrisas, retrovisores.	
CA002	Revisar funcionamiento de ventanillas	
CA003	Comprobar estado de cuchillas y brazos limpiadores	
CA004	Chequear mecanismo de suspensión de la silla	
CA005	Revisar estado cinturón de seguridad	
CA006	Verificar soporte de tanque de combustible y tapa	
CA007	Verificar estado de pernos montaje cabina	
CA008	Verificar nivel de agua lava parabrisas	
CA009	Revisar fisuras en chasis y torres	
CA010	Revisión lubricación bisagras, puertas	
CA011	Revisión y lubricación ajustadores y correderas de asientos	
CA012	Estado de pasadores y chapas de puertas	
CA013	Verificar estado de capot y seguros del capot	
CA014	Rev. Presión, Estado de Extintor y Fecha Recarga	
CA015	Revisar estado de tensores	

SUSPENSIÓN

SA001	Verificar escapes en sellos de las ruedas	
SA002	Verificar niveles de aceite en ruedas delanteras	

SA003	Revisar estado de bujes y cauchos	
SA004	Verificar sistema de muelles, pasadores y bujes	
SA005	Revisar grietas muelles y bastidor	
SA006	Revisar estado de soportes de muelles (sillin)	

HIDRÁULICO

HA001	Verificar lectura de manómetro de filtro de aceite	
HA002	Verifique el estado de mangueras y acoples.	
HA003	Revisar nivel aceite hidráulico	
HA004	Revisar fugas	
HA005	Verificar funcionamiento ventilador radiador de aceite	
HA006	Engrase de pasadores de cilindros hidráulicos	

OLLA

OA001	Verificar condición Amarres sobre chasis	
OA002	Verificar estado pista	
OA003	Verificar estado rodillos	
OA004	Chequear alineamiento rodillos y pista	
OA005	Chequear tornillos de ajuste	
OA006	Compruebe el estado de la tapa ecológica y su correcto sellado.	
OA007	Verificar Babero de descarga	
OA008	Verificar fugas por reductor	
OA009	Compruebe la existencia de ruidos extraños en el reductor	
OA010	Chequear nivel de aceite reductor	
OA011	Verificar funcionamiento de guayas y cremalleras	
OA012	Chequear válvula de seguridad de aire comprimido	
OA013	Revisar fugas motor y bomba	
OA014	Verificar estado cardan bomba principal	
OA015	Verificar estado acople motor hidráulico	
OA016	Verificar revoluciones de olla 16-18 rpm a max. Vel. motor	
OA017	Verificar estado y funcionamiento sistema de presurizado	
OA018	Chequear Estado tanque de agua	
OA019	Engrasar cardan, crucetas bomba hidraulica	
OA020	Limpiar radiador de aceite	
OA021	Revisar funcionamiento mandos bomba hidráulica	
OA022	Engrasar pista de la olla	
OA023	Chequear sistema eléctrico	
OA024	Verificar estado de Mangueras de lavado	
OA025	Revisar fugas de aceite en conexiones de mangueras	
OB001	Revisar y medir _____ estado de aletas	
OB002	Verificar estado de gancho canal y escalera	
OB003	Verifique la existencia de pega de concreto y registre el estimado	



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MIXER
GAMA TIPO C 2000 HORAS**

HOJA 1 DE 3

Fecha de Aprobación: 14 Sep/07
Versión: 001

MIXER No: _____ PLACA: _____
FECHA: Día: _____ Mes: _____ Año: _____
CONTRATISTA: _____

HOROMETRO: _____ O.T. _____
KILOMETROS: _____ CHASIS: _____
MARCA VEHICULO: _____

BIEN:

NECESITA CORRECCIÓN:

CORREGIDO:

NO APLICA:

MOTOR

MA001	Chequear y registrar presión de aceite Min.	
MA002	Chequear y registrar presión de aceite Máx..	
MA003	Verificar y registrar temperatura del motor	
MA004	Chequear y registrar Rpm Min.	
MA005	Chequear y registrar Rpm Max.	
MA006	Revisar indicador de nivel de combustible	
MA007	Verificar correcto apagado motor	
MA008	Verificar alarma o luz alta temperatura de motor	
MA009	Comprobar operación freno de motor	
MA010	Verificar sonidos anormales de motor	
MA011	Verificar calidad del humo de escape y analizar comportamiento	
MA012	Verificar estado de mangueras de agua	
MA013	Verificar soporte, templetes, mangueras y enfoque del radiador	
MA014	Revisar fugas, nivel de Agua y % de Aditivo	
MA015	Revisar fugas y nivel de aceite	
MA016	Comprobar restricción filtro de aire y cambiar filtro si requiere	
MA017	Ajustar abrazaderas admisión de aire	
MA018	Revisar enfriador de aire	
MA019	Verificar manguera y tubo de admisión de aire	
MA020	Cambio de aceite motor (tomar Muestra de aceite)	
MA021	Cambiar filtro aceite motor	
MA022	Cambiar filtro combustible	
MA023	Cambiar filtro refrigerante	
MA024	Revisar tensión, alineación y estado de correas (deflexión ±3/8 in)	
MA025	Verificar tuberías, mangueras y abrazaderas sistema de combustible	
MA026	Lavar radiador externamente	
MB001	Revisar alabes del ventilador y montaje del enfocador	
MB002	Revisar hub y embrague del ventilador	
MB003	Rev.bomba de agua (fugas, desajustes, grietas, ruidos)	
MB004	Revisar juego en turbina, chequear fugas	
MB005	Revisar tuberías de escape y conexiones (fugas)	
MB006	Revisar presión sistema de refrigeración	
MB007	Revisar interior tuberías admisión en busca de depósitos	
MB008	Revisar polea tensora	
MB009	Drenar tanque de ACPM	
MC001	Verificar correcta operación del acelerador	
MC002	Chequear Bases y montaje del motor	
MC003	Verifique estado bomba de agua y acople	
MC004	Verificar estado, torqueo del damper y fugas	
MC005	Verificar tapa de cilindros y tubo del respiradero	
MC006	Verificar conexiones freno de motor	
MC007	Verificar montaje y fijación del tanque de combustible	
MC008	Verificar respiraderos y drenaje del tanque de combustible	
MC009	Cambio de filtro centrimax (Mack)	
MC010	Cambio Filtro magnetico bomba de inyección (PT)	
MC011	Revisar estado bombín mercedes	

MC012	Verificar correcta operación turbo (medición de presiones)	
MC013	Cambiar refrigerante	

ELÉCTRICO

EA001	Revisar operación del encendido	
EA002	Revisar luces alerta del tablero (Alarmas)	
EA003	Verificar funcionamiento del pito y alarma de reverso	
EA004	Revisar funcionamiento luces direccionales	
EA005	parabrisas	
EA006	Revisar luces de frenos	
EA007	Revisar luces de parqueo	
EA008	Revisar luces de cortesía	
EA009	Revisar faros delanteros altos y bajos	
EA010	Verificar funcionamiento del alternador	
EA011	Verificar funcionamiento aire acondicionado	
EA012	Revisar tensión de la correa del alternador	
EA013	Verificar nivel agua batería y adicionar si requiere	
EA014	Limpiar y Lavar bornes batería	
EA015	Medir y registrar voltaje de baterías	
EA016	Revisar estado físico de baterías y cables	
EB001	Chequear cableado y conexión a tierra	
EB002	Limpiar y sellar celdas batería	
EB003	Medir y registrar acidez agua en baterías	
EC001	verificar carga de baterías	
EC002	Revisar soportes de la batería	
EC003	Verificar arrastre, montaje y cableado del encendido	
EC004	Amps	
EC005	verificar indicador de temperatura	
EC006	verificar indicador de carga de baterías	
EC007	verificar indicador de presión de aceite de motor	
EC008	verificar alarma o luz baja presión de aceite motor	
EC009	verificar indicador de presión de aire frenos	
EC010	verificar tacómetro u huodometro	
EC011	verificar velocímetro	
EC012	verificar indicador de nivel de combustible	
EC013	verificar luces altas y bajas	
EC014	Verificar luces de freno y parqueo	
EC015	verificar luces direccionales	
EC016	verificar funcionamiento sistema de plumillas	
EC017	analizar vida útil baterías	
EC018	verificar alarma de reversa	
EC019	verificar alarma o luz baja presión de aire	
EC020	verificar alarma o luz nivel de agua de radiador	
EC021	verificar luces medias	

DIRECCIÓN

DA001	Verificar juego en splinder	
DA002	Verificación y engrase de terminales de dirección	
DA003	Verificar que la barra de dirección este derecha	

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MIXER****GAMA TIPO C 2000 HORAS****HOJA 2 DE 3**

Fecha de Aprobación: 14 Sep/07

Versión: 001

MIXER No: _____ PLACA: _____

FECHA: Día: _____ Mes: _____ Año: _____

CONTRATISTA: _____

HOROMETRO: _____ O.T. _____

KILOMETROS: _____ CHASIS: _____

MARCA VEHICULO: _____

BIEN:

NECESITA CORRECCIÓN:

CORREGIDO:

NO APLICA:

DIRECCIÓN

DA004	Revisar terminales de dirección y cruceta columna de dirección	
DA005	Revisar crucetas y varillaje de la dirección	
DA006	Verificar ajuste tornillos de caja de dirección	
DA007	Verificar juego de la biela de la dirección	
DA008	Comprobar operación de la dirección hidráulica	
DA009	Verificar fugas por bomba de dirección	
DA010	Verificación nivel de aceite sistema de dirección	
DA011	Chequear juego de la dirección (30° o 1 pulgada)	
DA012	Comprobar agarrotamiento	
DA013	Verificar recorrido y vibración	
DB001	Verificar juego rodamientos cada rueda	
DB002	Verificar convergencia	
DC001	Cambio Aceite de Dirección	
DC002	Comprobar estado de amortiguadores	
DC003	Verificar estado del respiradero	
DC004	Ajuste de splinters	
DC005	Alineación y balanceo del vehículo	
DC006	Ajustar tope de la dirección	
DC007	Terminales de dirección	

TRANSMISIÓN Y CAJA

TA001	Revisar recorrido libre del embrague (1-1/2 pulgada)	
TA002	Verificar del estado de guaya sistema embrague.	
TA003	Verificar articulaciones embrague	
TA004	Comprobar operación del freno de caja de embrague	
TA005	Revisar tornillos carcaza caja	
TA006	Engrase articulaciones embrague	
TA007	Verificar ruidos y/o vibraciones	
TA008	Revisar nivel aceite caja	
TA009	Verificar fugas de aceite en diferenciales	
TA010	Revisar nivel aceite transmisión	
TA011	Verificar estado desfuegos de diferenciales	
TA012	Engrase suspensión delantera	
TA013	Verificar y engrasar cardanes de la transmisión y crucetas	
TA014	Verificar soportes y rodamientos de cardanes	
TA015	Verificar barras tensoras	
TA016	Verificar estado de espárragos de ejes	
TA017	Verificar estado crucetas y Yoke	
TC001	Verificar estado del varillaje del embrague	
TC002	Ajustar y calibrar embrague	
TC003	Cambiar Filtro Aceite Dirección	
TC004	Cambio de Aceite Caja de Velocidades	
TC005	Cambiar Aceite diferenciales y ruedas	
TC006	Verificar respiradero, tapones	
TC007	Verificar operación válvula selectora	
TC008	Limpiar sensor de velocidad	
TC009	Verificar operación y rango Splitter	
TC010	Retorquear Tornillos base de la Caja	

FRENOS Y LLANTAS

FA001	Revisar fugas de aire (mangueras y conexiones)	
FA002	Verificar correcta operación del compresor	
FA003	Comprobar y registrar presión de corte del gobernador	
FA004	Chequear caída presión con freno de servicio aplicado (psi/ 1 minuto)	
FA005	Comprobar el indicador de baja presión de aire	
FA006	Drenar tanque de aire	
FA007	Verificar presencia de ruidos extraños al frenar	
FA008	Verificar varilla de empuje de la cámara que no este recostada a la cámara y rathe centrado	
FA009	Verificar válvula relay, de alivio y bomba de freno	
FA010	Verificación de espesor bandas de freno todas las ruedas (espesor > 1/4 pulgada)	
FA011	Verificar operación del freno de servicio	
FA012	Verificar operación del freno de parqueo	
FA013	Verificar mangueras, tuberías, acoples y abrazaderas	
FA014	Revisión y engrase de ratches y levas de freno	
FA015	Comprobar condición y combinación de llantas	
FA016	Verificar correcta presión en llantas	
FA017	Chequear y tensionar frenos	
FA018	Verificar topes en los rines	
FA019	Verificar estado de pernos de fijación/tensión tuercas	
FB001	Revisar estado levas "S" y camaras de freno	
FC001	Revisar los componentes del sistema de aire	

CABINA Y CHASIS

CA001	Verificar vidrios (bajan, suben), parabrisas, retrovisores.	
CA002	Revisar funcionamiento de ventanillas	
CA003	Comprobar estado de cuchillas y brazos limpiadores	
CA004	Chequear mecanismo de suspensión de la silla	
CA005	Revisar estado cinturón de seguridad	
CA006	Verificar soporte de tanque de combustible y tapa	
CA007	Verificar estado de pernos montaje cabina	
CA008	Verificar nivel de agua lava parabrisas	
CA009	Revisar fisuras en chasis y torres	
CA010	Revisión lubricación bisagras, puertas	
CA011	Revisión y lubricación ajustadores y correderas de asientos	
CA012	Estado de pasadores y chapas de puertas	
CA013	Verificar estado de capot y seguros del capot	
CA014	Rev. Presión, Estado de Extintor y Fecha Recarga	
CA015	Revisar estado de tensores	
CC001	Verificar estado de pintura y latonería	
CC002	Comprobar estado de bomper y escalerillas	
CC003	Verificar fisuras en chasis y estado de tornillera	
CC004	Chequear pernos chasis. Retorquear 200±20 lb-pie	
CC005	Verificar funcionamiento de pito	



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MIXER
GAMA TIPO C 2000 HORAS**

HOJA 3 DE 3

Fecha de Aprobación: 14 Sep/07
Versión: 001

MIXER No: _____ PLACA: _____
FECHA: Día: _____ Mes: _____ Año: _____
CONTRATISTA: _____

HOROMETRO: _____ O.T.: _____
KILOMETROS: _____ CHASIS: _____
MARCA VEHICULO: _____

BIEN: **NECESITA CORRECCIÓN:** **CORREGIDO:** **NO APLICA:**

SUSPENSIÓN

SA001	Verificar escapes en sellos de las ruedas	
SA002	Verificar niveles de aceite en ruedas delanteras	
SA003	Revisar estado de bujes y cauchos	
SA004	Verificar sistema de muelles, pasadores y bujes	
SA005	Revisar grietas muelles y bastidor	
SA006	Revisar estado de soportes de muelles (sillin)	
SC001	Ajustar abrazaderas de los muelles	
SC002	Verificar posibles fisuras en la "H"	
SC003	Comprobar estado de housing	
SC004	Verificar estado retenedores de las tapas de ruedas	
SC005	Verificar estado tornillos centrales, grapas y soportes	
SC006	Chequear rodamientos de ruedas delanteras y traseras	

OA010	Chequear nivel de aceite reductor	
OA011	Verificar funcionamiento de guayas y cremalleras	
OA012	Chequear válvula de seguridad de aire comprimido	
OA013	Revisar fugas motor y bomba	
OA014	Verificar estado cardan bomba principal	
OA015	Verificar estado acople motor hidráulico	
OA016	Verificar revoluciones de olla 16-18 rpm a max. Vel. motor	
OA017	Verificar estado y funcionamiento sistema de presurizado	
OA018	Chequear Estado tanque de agua	
OA019	Engrasar cardan, crucetas bomba hidraulica	
OA020	Limpiar radiador de aceite	
OA021	Revisar funcionamiento mandos bomba hidráulica	
OA022	Engrasar pista de la olla	
OA023	Chequear sistema eléctrico	
OA024	Verificar estado de Mangueras de lavado	
OA025	Revisar fugas de aceite en conexiones de mangueras	
OB001	Revisar y medir _____ estado de aletas	
OB002	Verificar estado de gancho canal y escalera	
OB003	Verifique la existencia de pega de concreto y registre el estimado _____	
OC001	Medir y registrar Espesor de Paredes	
OC002	Medir y registrar desgaste en canales de descarga	
OC003	Verificar chasis de olla y tornillera	
OC004	Cambiar aceite del reductor	

HIDRÁULICO

HA001	Verificar lectura de manómetro de filtro de aceite	
HA002	Verifique el estado de mangueras y acoples.	
HA003	Revisar nivel aceite hidráulico	
HA004	Revisar fugas	
HA005	Verificar funcionamiento ventilador radiador de aceite	
HA006	Engrase de pasadores de cilindros hidráulicos	
HC001	Verificar estado de acople de motor hidráulico	

OLLA

OA001	Verificar condición Amarres sobre chasis	
OA002	Verificar estado pista	
OA003	Verificar estado rodillos	
OA004	Chequear alineamiento rodillos y pista	
OA005	Chequear tornillos de ajuste	
OA006	Compruebe el estado de la tapa ecológica y su correcto sellado.	
OA007	Verificar Babero de descarga	
OA008	Verificar fugas por reductor	
OA009	Compruebe la existencia de ruidos extraños en el reductor	

AIRE ACONDICIONADO

CB001	Chequear presion de refrigerante	
CB002	Limpiar el evaporador con cepillo	
CB003	Limpiar el condensador con cepillo	

OTROS

GA001	Engrase general del equipo	
GA002	Corregir fallas detectadas en la anterior revisión	

ANOMALIAS ENCONTRADAS (Relacione el número del ítem relacionado y sus observaciones)

OBSERVACIONES DEL OPERADOR

Nombre Operador: _____ Firma: _____
Nombre Mecánico: _____ Firma: _____



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MIXER
GAMA TIPO D 4000 HORAS**

HOJA 1 DE 4

Fecha de Aprobación: 14 Sep/07
Versión: 001

MIXER No: _____ PLACA: _____
FECHA: Día: _____ Mes: _____ Año: _____
CONTRATISTA: _____

HOROMETRO: _____ O.T. _____
KILOMETROS: _____ CHASIS: _____
MARCA VEHICULO: _____

BIEN:

NECESITA CORRECCIÓN:

CORREGIDO:

NO APLICA:

MOTOR

MA001	Chequear y registrar presión de aceite Min.	
MA002	Chequear y registrar presión de aceite Máx..	
MA003	Verificar y registrar temperatura del motor	
MA004	Chequear y registrar Rpm Min.	
MA005	Chequear y registrar Rpm Max.	
MA006	Revisar indicador de nivel de combustible	
MA007	Verificar correcto apagado motor	
MA008	Verificar alarma o luz alta temperatura de motor	
MA009	Comprobar operación freno de motor	
MA010	Verificar sonidos anormales de motor	
MA011	Verificar calidad del humo de escape y analizar comportamiento	
MA012	Verificar estado de mangueras de agua	
MA013	Verificar soporte, templetes, mangueras y enfoque del radiador	
MA014	Revisar fugas, nivel de Agua y % de Aditivo	
MA015	Revisar fugas y nivel de aceite	
MA016	Comprobar restricción filtro de aire y cambiar filtro si requiere	
MA017	Ajustar abrazaderas admisión de aire	
MA018	Revisar enfriador de aire	
MA019	Verificar manguera y tubo de admisión de aire	
MA020	Cambio de aceite motor (tomar Muestra de aceite)	
MA021	Cambiar filtro aceite motor	
MA022	Cambiar filtro combustible	
MA023	Cambiar filtro refrigerante	
MA024	Revisar tensión, alineación y estado de correas (deflexión ±3/8 in)	
MA025	Verificar tuberías, mangueras y abrazaderas sistema de combustible	
MB001	Revisar alabes del ventilador y montaje del enfocador	
MB002	Revisar hub y embrague del ventilador	
MB003	Rev.bomba de agua (fugas, desajustes, grietas, ruidos)	
MB004	Revisar juego en turbina, chequear fugas	
MB005	Revisar tuberías de escape y conexiones (fugas)	
MB006	Revisar presión sistema de refrigeración	
MB007	Revisar interior tuberías admisión en busca de depósitos	
MB008	Revisar polea tensora	
MB009	Drenar tanque de ACPM	
MC001	Verificar correcta operación del acelerador	
MC002	Chequear Bases y montaje del motor	
MC003	Verifique estado bomba de agua y acople	
MC004	Verificar estado, torqueo del damper y fugas	
MC005	Verificar tapa de cilindros y tubo del respiradero	
MC006	Verificar conexiones freno de motor	
MC007	Verificar montaje y fijación del tanque de combustible	
MC008	Verificar respiraderos y drenaje del tanque de combustible	
MC009	Cambio de filtro centrimax (Mack)	
MC010	Cambio Filtro magnetico bomba de inyección (PT)	
MC011	Revisar estado bombín mercedes	
MC012	Verificar correcta operación turbo (medición de presiones)	
MD001	Sondeo del radiador	

MD002	Cambio de refrigerante	
MD003	Bajar termostato para prueba en banco de trabajo	
MD004	Verificar calibre bomba inyección	
MD005	Calibración válvulas de admisión y escape	
MD006	Calibración de inyectores	
MD007	Reparar arranque	
MD008	Reparar alternador	
MD009	Desmontar embrague	
MD010	Cambio correas motor	
MD011	Revisión mangueras (evaluar)	

ELÉCTRICO

EA001	Revisar operación del encendido	
EA002	Revisar luces alerta del tablero (Alarmas)	
EA003	Verificar funcionamiento del pito y alarma de reverso	
EA004	Revisar funcionamiento luces direccionales	
EA005	parabrisas	
EA006	Revisar luces de frenos	
EA007	Revisar luces de parqueo	
EA008	Revisar luces de cortesía	
EA009	Revisar faros delanteros altos y bajos	
EA010	Verificar funcionamiento del alternador	
EA011	Verificar funcionamiento aire acondicionado	
EA012	Revisar tensión de la correa del alternador	
EA013	Verificar nivel agua batería y adicionar si requiere	
EA014	Limpiar y Lavar bomes batería	
EA015	Medir y registrar voltaje de baterías	
EA016	Revisar estado físico de baterías y cables	
EB001	Chequear cableado y conexión a tierra	
EB002	Limpiar y sellar celdas batería	
EB003	Medir y registrar acidez agua en baterías	
EC001	verificar carga de baterías	
EC002	Revisar soportes de la batería	
EC003	Verificar arrastre, montaje y cableado del encendido	
EC004	Amps	
EC005	verificar indicador de temperatura	
EC006	verificar indicador de carga de baterías	
EC007	verificar indicador de presión de aceite de motor	
EC008	verificar alarma o luz baja presión de aceite motor	
EC009	verificar indicador de presión de aire frenos	
EC010	verificar tacómetro u huodometro	
EC011	verificar velocímetro	
EC012	verificar indicador de nivel de combustible	
EC013	verificar luces altas y bajas	
EC014	Verificar luces de freno y parqueo	
EC015	verificar luces direccionales	
EC016	verificar funcionamiento sistema de plumillas	
EC017	analizar vida útil baterías	
EC018	verificar alarma de reversa	

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MIXER****GAMA TIPO D 4000 HORAS****HOJA 2 DE 4**

Fecha de Aprobación: 14 Sep/07

Versión: 001

MIXER No: _____ PLACA: _____

HOROMETRO: _____ O.T. _____

FECHA: Día: _____ Mes: _____ Año: _____

KILOMETROS: _____ CHASIS: _____

CONTRATISTA: _____

MARCA VEHICULO: _____

BIEN: NECESITA CORRECCIÓN: CORREGIDO: NO APLICA: **ELÉCTRICO**

EC019	verificar alarma o luz baja presión de aire	
EC020	verificar alarma o luz nivel de agua de radiador	
EC021	verificar luces medias	

DIRECCIÓN

DA001	Verificar juego en splinder	
DA002	Verificación y engrase de terminales de dirección	
DA003	Verificar que la barra de dirección este derecha	
DA004	Revisar terminales de dirección y cruceta columna de dirección	
DA005	Revisar crucetas y varillaje de la dirección	
DA006	Verificar ajuste tornillos de caja de dirección	
DA007	Verificar juego de la biela de la dirección	
DA008	Comprobar operación de la dirección hidráulica	
DA009	Verificar fugas por bomba de dirección	
DA010	Verificación nivel de aceite sistema de dirección	
DA011	Chequear juego de la dirección (30° o 1 pulgada)	
DA012	Comprobar agarrotamiento	
DA013	Verificar recorrido y vibración	
DB001	Verificar juego rodamientos cada rueda	
DB002	Verificar convergencia	
DC001	Cambio Aceite de Dirección	
DC002	Comprobar estado de amortiguadores	
DC003	Verificar estado del respiradero	
DC004	Ajuste de splinders	
DC005	Alineación y balanceo del vehiculo	
DC006	Ajustar tope de la dirección	
DC007	Terminales de dirección	

TRANSMISIÓN Y CAJA

TA001	Revisar recorrido libre del embrague (1-1/2 pulgada)	
TA002	Verificar del estado de guaya sistema embrague.	
TA003	Verificar articulaciones embrague	
TA004	Comprobar operación del freno de caja de embrague	
TA005	Revisar tornillos carcaza caja	
TA006	Engrase articulaciones embrague	
TA007	Verificar ruidos y/o vibraciones	
TA008	Revisar nivel aceite caja	
TA009	Verificar fugas de aceite en diferenciales	
TA010	Revisar nivel aceite transmisión	
TA011	Verificar estado desfogues de diferenciales	
TA012	Engrase suspensión delantera	
TA013	Verificar y engrasar cardanes de la transmisión y crucetas	
TA014	Verificar soportes y rodamientos de cardanes	
TA015	Verificar barras tensoras	
TA016	Verificar estado de espárragos de ejes	
TA017	Verificar estado crucetas y Yoke	
TC001	Verificar estado del varillaje del embrague	
TC002	Ajustar y calibrar embrague	

TC003	Cambiar Filtro Aceite Dirección	
TC004	Cambio de Aceite Caja de Velocidades	
TC005	Cambiar Aceite diferenciales y ruedas	
TC006	Verificar respiradero, tapones	
TC007	Verificar operación válvula selectora	
TC008	Limpiar sensor de velocidad	
TC009	Verificar operación y rango Splitter	
TC010	Retorquear Tornillos base de la Caja	

FRENOS Y LLANTAS

FA001	Revisar fugas de aire (mangueras y conexiones)	
FA002	Verificar correcta operación del compresor	
FA003	Comprobar y registrar presión de corte del gobernador	
FA004	Chequear caída presión con freno de servicio aplicado (psi/ 1 minuto)	
FA005	Comprobar el indicador de baja presión de aire	
FA006	Drenar tanque de aire	
FA007	Verificar presencia de ruidos extraños al frenar	
FA008	Verificar varilla de empuje de la cámara que no este recostada a la cámara y ratche centrado	
FA009	Verificar válvula relay, de alivio y bomba de freno	
FA010	Verificación de espesor bandas de freno todas las ruedas (espesor > 1/4 pulgada)	
FA011	Verificar operación del freno de servicio	
FA012	Verificar operación del freno de parqueo	
FA013	Verificar mangueras, tuberías, acoples y abrazaderas	
FA014	Revisión y engrase de ratches y levas de freno	
FA015	Comprobar condición y combinación de llantas	
FA016	Verificar correcta presión en llantas	
FA017	Chequear y tensionar frenos	
FA018	Verificar topes en los rines	
FA019	Verificar estado de pernos de fijación/tensión tuercas	
FB001	Revisar estado levas "S" y camaras de freno	
FC001	Revisar los componentes del sistema de aire	
FD001	Medir y registrar desgaste en campanas	
FD002	rodamientos traseros	
FD003	Inspeccionar fugas en camaras de frenos	
FD004	Empaquetar válvulas relay descarga pp1	
FD005	Reparar gobernador	

CABINA Y CHASIS

CA001	Verificar vidrios (bajan, suben), parabrisas, retrovisores.	
CA002	Revisar funcionamiento de ventanillas	
CA003	Comprobar estado de cuchillas y brazos limpiadores	
CA004	Chequear mecanismo de suspensión de la silla	
CA005	Revisar estado cinturón de seguridad	
CA006	Verificar soporte de tanque de combustible y tapa	



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MIXER
GAMA TIPO D 4000 HORAS**

HOJA 3 DE 4

Fecha de Aprobación: 14 Sep/07
Versión: 001

MIXER No: _____ PLACA: _____
FECHA: Día: _____ Mes: _____ Año: _____
CONTRATISTA: _____

HOROMETRO: _____ O.T. _____
KILOMETROS: _____ CHASIS: _____
MARCA VEHICULO: _____

BIEN: **NECESITA CORRECCIÓN:** **CORREGIDO:** **NO APLICA:**

CABINA Y CHASIS

CA007	Verificar estado de pernos montaje cabina	
CA008	Verificar nivel de agua lava parabrisas	
CA009	Revisar fisuras en chasis y torres	
CA010	Revisión lubricación bisagras, puertas	
CA011	Revisión y lubricación ajustadores y correderas de asientos	
CA012	Estado de pasadores y chapas de puertas	
CA013	Verificar estado de capot y seguros del capot	
CA014	Rev. Presión, Estado de Extintor y Fecha Recarga	
CA015	Revisar estado de tensores	
CC001	Verificar estado de pintura y latonería	
CC002	Comprobar estado de bomper y escalerillas	
CC003	Verificar fisuras en chasis y estado de tornillera	
CC004	Chequear pernos chasis. Retorquear 200±20 lb-pie	
CC005	Verificar funcionamiento de pito	
CD001	Retorqueo tornillos base cabina	
CD002	Limpieza de tanques de combustible	

SUSPENSIÓN

SA001	Verificar escapes en sellos de las ruedas	
SA002	Verificar niveles de aceite en ruedas delanteras	
SA003	Revisar estado de bujes y cauchos	
SA004	Verificar sistema de muelles, pasadores y bujes	
SA005	Revisar grietas muelles y bastidor	
SA006	Revisar estado de soportes de muelles (sillin)	
SC001	Ajustar abrazaderas del resorte	
SC002	Verificar posibles fisuras en la "H"	
SC003	Comprobar estado de housing	
SC004	Verificar estado retenedores de las tapas de ruedas	
SC005	Verificar estado tornillos centrales, grapas y soportes	
SC006	Chequear rodamientos de las ruedas delanteras y traseras	
SD001	Remover todas las ruedas	
SD002	Cambiar sellos de las ruedas	
SD003	Reinstalar ruedas y ajustar rodamientos	

HIDRÁULICO

HA001	Verificar lectura de manómetro de filtro de aceite	
HA002	Verifique el estado de mangueras y acoples.	
HA003	Revisar nivel aceite hidráulico	
HA004	Revisar fugas	
HA005	Verificar funcionamiento ventilador radiador de aceite	

HA006	Engrase de pasadores de cilindros hidráulicos	
HC001	Verificar estado de acople de motor hidráulico	
HD001	Cambiar filtro hidráulico	
HD002	Cambiar aceite hidráulico	
HD003	Realizar prueba de presión y caudal de bombas hidráulicas (según manual)	

OLLA

OA001	Verificar condición Amarres sobre chasis	
OA002	Verificar estado pista	
OA003	Verificar estado rodillos	
OA004	Chequear alineamiento rodillos y pista	
OA005	Chequear tornillos de ajuste	
OA006	Compruebe el estado de la tapa ecológica y su correcto sellado.	
OA007	Verificar Babero de descarga	
OA008	Verificar fugas por reductor	
OA009	Compruebe la existencia de ruidos extraños en el reductor	
OA010	Chequear nivel de aceite reductor	
OA011	Verificar funcionamiento de guayas y cremalleras	
OA012	Chequear válvula de seguridad de aire comprimido	
OA013	Revisar fugas motor y bomba	
OA014	Verificar estado cardan bomba principal	
OA015	Verificar estado acople motor hidráulico	
OA016	Verificar revoluciones de olla 16-18 rpm a max. Vel. motor	
OA017	Verificar estado y funcionamiento sistema de presurizado	
OA018	Chequear Estado tanque de agua	
OA019	Engrasar cardan, crucetas bomba hidráulica	
OA020	Limpiar radiador de aceite	
OA021	Revisar funcionamiento mandos bomba hidráulica	
OA022	Engrasar pista de la olla	
OA023	Chequear sistema eléctrico	
OA024	Verificar estado de Mangueras de lavado	
OA025	Revisar fugas de aceite en conexiones de mangueras	
OB001	Revisar y medir _____ estado de aletas	
OB002	Verificar estado de gancho canal y escalera	
OB003	Verifique la existencia de pega de concreto y registre el estimado _____	
OC001	Medir y registrar Espesor de Paredes	
OC002	Medir y registrar desgaste en canales de descarga	
OC003	Verificar chasis de olla y tornillera	

INSPECCION MECANICA PLANTAS

HOJA 1 DE 2



PLANTA: _____
FECHA: Dia: _____ Mes: _____ Año: _____

HOROMETRO: _____ O.T. _____
CONTRATISTA: _____

BIEN:

NECESITA CORRECCIÓN:

CORREGIDO:

NO APLICA:

TOLVAS DE PATIO

1	Verificar fisuras de estructura	
2	Verificar deformación de la estructura	
3	Medir espesor caras de la tolva	
4	Medir espesor de las camisas de desgaste	
5	Verificar soporte y presión neumática vibradores	

STACKER RADIAL

6	Verificar fisuras de la estructura	
7	Verificar deformación de la estructura	
8	Verificar torque tornillería estructura	
9	Verificar estado de los rodillos de cargue y retorno	
9	Verificar estado de las plataformas y pasarelas	
10	Verificar fisuras soporte motoreductor de desplazamiento	
11	Verificar soldaduras soporte motoreductor de desplazamiento	
12	Verificar torque anclajes de motoreductor de desplazamiento	
13	Verificar temperatura de chumaceras	
14	Verificar temperatura de conjunto motor y reductor de desplazamiento	
15	Verificar nivel de ruido y vibraciones eje motriz motoreductor de desplazamiento	
16	Verificar estado posición de cuña	
17	Verificar nivel de aceite reductor de desplazamiento	
18	Tomar muestra de aceite reductor de desplazamiento	
19	Revisar torque esparragos ruedas de desplazamiento	
20	Verificar alineación transmisión cadena	
21	Verificar tensión cadena	
22	Verificar desgaste elementos transmisión cadena	
23	Verificar tensión y alineación banda nervada guardabanda	
24	Medir espesor banda patio nervada	
25	Verificar alineación eje motriz banda patio	
26	Verificar fricción de otros elementos sobre eje motriz	
27	Verificar medición longitudinal eje motriz	
28	Verificar soldaduras de eje motriz con tambor de cabeza	
29	Verificar temperatura de conjunto motor y reductor de tambor de cabeza	
30	Verificar temperatura chumaceras y rodamientos	
31	Verificar torque de apriete chumaceras tambor de cabeza	
32	Verificar nivel de ruido y vibraciones eje motriz motoreductor de tambor de cabeza	
33	Verificar estado posición de cuña	
34	Verificar nivel de aceite reductor de tambor de cabeza	
35	Tomar muestra de aceite reductor de tambor de cabeza	
36	Verificar soldaduras de eje con tambor de cola	
37	Verificar temperatura chumaceras tambor de cola	
38	Verificar torque de apriete chumaceras tambor de cola	

TOLVA DE AGREGADOS

39	Verificar estado de la estructura	
40	Medir espesor caras de la tolva	
41	Medir espesor de las camisas de desgaste	
42	Verificar estado rejillas de ingreso material	
43	Verificar estado de anclajes y ajuste compuertas	
44	Verificar presiones neumáticas de cilindros compuertas	
45	Verificar soporte y presión neumática de vibradores	
46		
BASCULA DE AGREGADOS		
47	Verificar estado de estructura y soportes	
48	Verificar celdas de carga y varilla roscada	
49	Medir espesor caras de la tolva	
50	Medir espesor de las camisas de desgaste	

51	Verificar estado de anclajes y ajuste compuertas	
52	Verificar presiones neumáticas de cilindros compuertas	
53	Verificar soporte y presión neumática de vibradores	

BANDA DE CARGUE DE AGREGADOS

54	Verificar estado de los rodillos de cargue y retorno	
55	Verificar fisuras soporte motoreductor	
56	Verificar soldaduras soporte motoreductor	
57	Verificar torque anclajes de motoreductor	
58	Verificar temperatura de chumaceras	
59	Verificar temperatura de conjunto motor y reductor	
60	Verificar nivel de ruido y vibraciones eje motriz motoreductor	
61	Verificar estado posición de cuña	
62	Verificar nivel de aceite reductor	
63	Tomar muestra de aceite reductor	
64	Medir espesor banda	
65	Verificar alineación eje motriz banda	
66	Verificar fricción de otros elementos sobre eje motriz	
67	Verificar medición longitudinal eje motriz	
68	Verificar soldaduras de eje motriz con tambor de cabeza	
69	Verificar soldaduras de eje con tambor de cola	
70	Verificar temperatura chumaceras tambor de cola	
71	Verificar torque de apriete chumaceras tambor de cola	

BASCULA DE CEMENTO

72	Verificar estado de estructura y soportes	
73	Verificar celdas de carga y varilla roscada	
74	Medir espesor caras de la báscula	
75	Verificar soporte y presión neumática vibradores	
76	Verificar apertura válvula de descargue	
77	Verificar desgaste de componentes	

BASCULA DE AGUA

78	Verificar estado de estructura y soportes	
79	Verificar celdas de carga y varilla roscada	
80	Medir espesor caras de la báscula	
81	Verificar apertura válvula de descargue	
82	Verificar desgaste de componentes	
83	Verificar estado del Medidor de Flujo	

DOSIFICADOR DE ADITIVOS

84	Verificar estado de estructura y soportes	
85	Verificar apertura válvula de descargue	
86	Verificar desgaste de componentes	
87	Verificar estado del Medidor de Flujo	

BANDA DESCARGUE A MIXER

88	Verificar estado de los rodillos de cargue y retorno	
89	Verificar fisuras soporte motoreductor	
90	Verificar soldaduras soporte motoreductor	
91	Verificar torque anclajes de motoreductor	
92	Verificar temperatura de chumaceras	
93	Verificar temperatura de conjunto motor y reductor	
94	Verificar nivel de ruido y vibraciones eje motriz motoreductor	
95	Verificar estado posición de cuña	
96	Verificar nivel de aceite reductor	
97	Tomar muestra de aceite reductor	
98	Medir espesor banda	

INSPECCION MECANICA PLANTAS

HOJA 2 DE 3



PLANTA: _____
 FECHA: Dia: _____ Mes: _____ Año: _____

HOROMETRO: _____ O.T. _____
 CONTRATISTA: _____

BIEN:

NECESITA CORRECCIÓN:

CORREGIDO:

NO APLICA:

99	Verificar alineación eje motriz banda	
100	Verificar fricción de otros elementos sobre eje motriz	
101	Verificar medición longitudinal eje motriz	
102	Verificar soldaduras de eje motriz con tambor de cabeza	
103	Verificar soldaduras de eje con tambor de cola	
104	Verificar temperatura chumaceras tambor de cola	
105	Verificar torque de apriete chumaceras tambor de cola	
106	Verificar shut de descargue a Mixer	

TORNILLO SIN FIN 1

107	Verificar alineación longitud total del tornillo	
108	Verificar entradas de humedad	
109	Verificar estado de estructura y soportes Tornillo Sinfin	
110	Verificar torque tornillería boca de alimentación	
111	Verificar temperatura y ruido rodamientos	
112	Verificar ruidos y espesor bujes centradoras	
113	Verificar fugas prensaestopa	
114	Verificar temperatura de conjunto motor y reductor	
115	Verificar nivel de ruido y vibraciones	
116	Verificar nivel de aceite reductor cabeza	
117	Tomar muestra de aceite reductor de cabeza	

TORNILLO SIN FIN 2

118	Verificar alineación longitud total del tornillo	
119	Verificar entradas de humedad	
120	Verificar estado de estructura y soportes Tornillo Sinfin	
121	Verificar torque tornillería boca de alimentación	
122	Verificar temperatura y ruido rodamientos	
123	Verificar ruidos y espesor bujes centradoras	
124	Verificar fugas prensaestopa	
125	Verificar temperatura de conjunto motor y reductor	
126	Verificar nivel de ruido y vibraciones	
127	Verificar nivel de aceite reductor cabeza	
128	Tomar muestra de aceite reductor de cabeza	

TORNILLO SIN FIN 3

129	Verificar alineación longitud total del tornillo	
130	Verificar entradas de humedad	
131	Verificar estado de estructura y soportes Tornillo Sinfin	
132	Verificar torque tornillería boca de alimentación	
133	Verificar temperatura y ruido rodamientos	
134	Verificar ruidos y espesor bujes centradoras	
135	Verificar fugas prensaestopa	
136	Verificar temperatura de conjunto motor y reductor	
137	Verificar nivel de ruido y vibraciones	
138	Verificar nivel de aceite reductor cabeza	
139	Tomar muestra de aceite reductor de cabeza	

TORNILLO SIN FIN 4

140	Verificar alineación longitud total del tornillo	
141	Verificar entradas de humedad	
142	Verificar estado de estructura y soportes Tornillo Sinfin	
143	Verificar torque tornillería boca de alimentación	
144	Verificar temperatura y ruido rodamientos	
145	Verificar ruidos y espesor bujes centradoras	
146	Verificar fugas prensaestopa	
147	Verificar temperatura de conjunto motor y reductor	
148	Verificar nivel de ruido y vibraciones	
149	Verificar nivel de aceite reductor cabeza	
150	Tomar muestra de aceite reductor de cabeza	

151	Verificar estado de estructura y soportes silo	
152	Verificar torque tomillería de anclaje estructura silos	
153	Verificar espesores paredes de los silos	
154	polvo	
155	Verificar estado soportes de sensores de nivel	
156	Verificar estado de valvula de descargue silo	
157	Verificar estado de estructuras de seguridad y escaleras	

SILO 2

158	Verificar estado de estructura y soportes silo	
159	Verificar torque tomillería de anclaje estructura silos	
160	Verificar espesores paredes de los silos	
161	polvo	
162	Verificar estado soportes de sensores de nivel	
163	Verificar estado de valvula de descargue silo	
164	Verificar estado de estructuras de seguridad y escaleras	

SILO 3

165	Verificar estado de estructura y soportes silo	
166	Verificar torque tomillería de anclaje estructura silos	
167	Verificar espesores paredes de los silos	
168	polvo	
169	Verificar estado soportes de sensores de nivel	
170	Verificar estado de valvula de descargue silo	
171	Verificar estado de estructuras de seguridad y escaleras	

SILO 4

172	Verificar estado de estructura y soportes silo	
173	Verificar torque tomillería de anclaje estructura silos	
174	Verificar espesores paredes de los silos	
175	polvo	
176	Verificar estado soportes de sensores de nivel	
177	Verificar estado de valvula de descargue silo	
178	Verificar estado de estructuras de seguridad y escaleras	

SISTEMA COMPRESOR DE ALTA

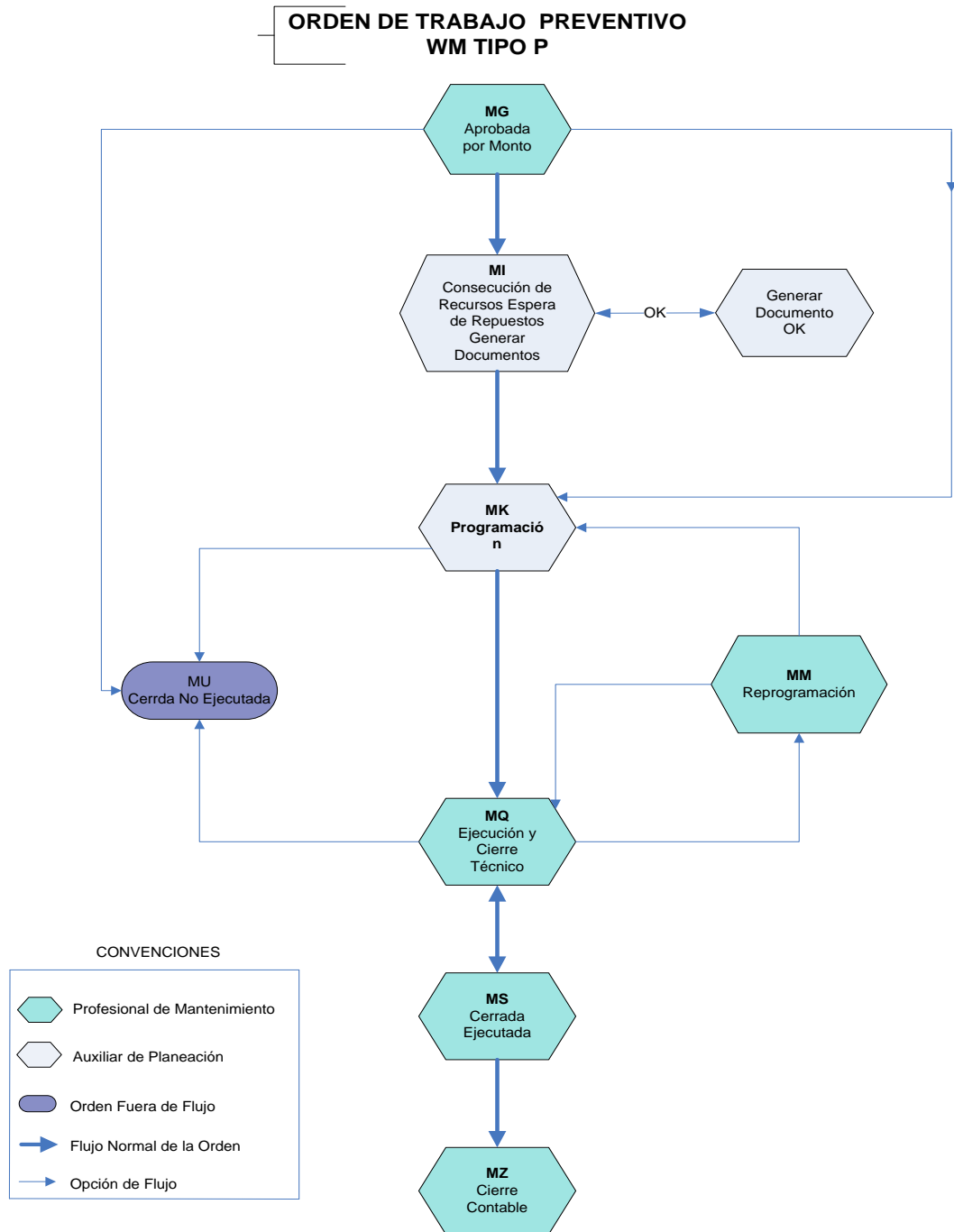
179	Verificar funcionamiento Unidades de mantenimiento	
180	Verificar fugas tubería de aire comprimido	
181	Verificar adecuada lubricación cabezote de compresor	
182	Verificar niveles de lubricante compresor	
183	Tomar muestra de aceite compresor	
184	Verificar anclajes de compresor	
185	Verificar sonido valvula de descarga	
186	Verificar temperatura cojinetes	
187	Verificar prueba funcional valvula de seguridad	
188	Verificar alineación de poleas compresor	
189	Verificar la tensión de correas y desgaste	
190	Verificar desgastes de poleas	

COMPRESOR DESCARGA DE CEMENTO

191	Verificar niveles de lubricante compresor	
192	Tomar muestra de aceite compresor	
193	Verificar anclajes de compresor	
194	Verificar sonido valvula de descarga	
195	Verificar temperatura cojinetes	
196	Verificar prueba funcional valvula de seguridad	
197	Verificar alineación de poleas compresor	
198	Verificar la tensión de correas y desgaste	
199	Verificar desgastes de poleas	

ANEXO 2

Anexo 2. Diagrama de Flujo OT preventivo



ANEXO 3

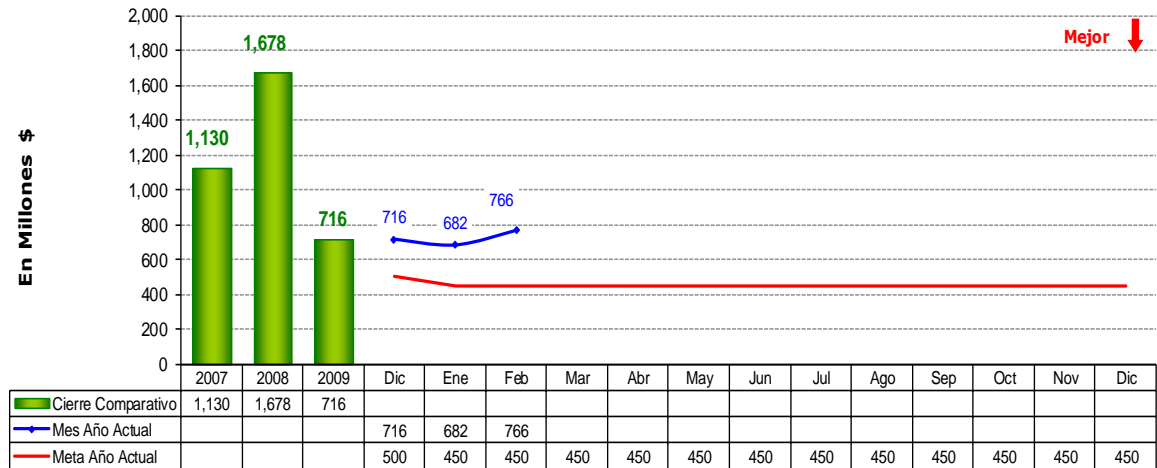
Anexo 3. Indicadores Almacén diagnóstico

Gráficos de Inventarios - Costos

Insumos, Repuestos y Suministros

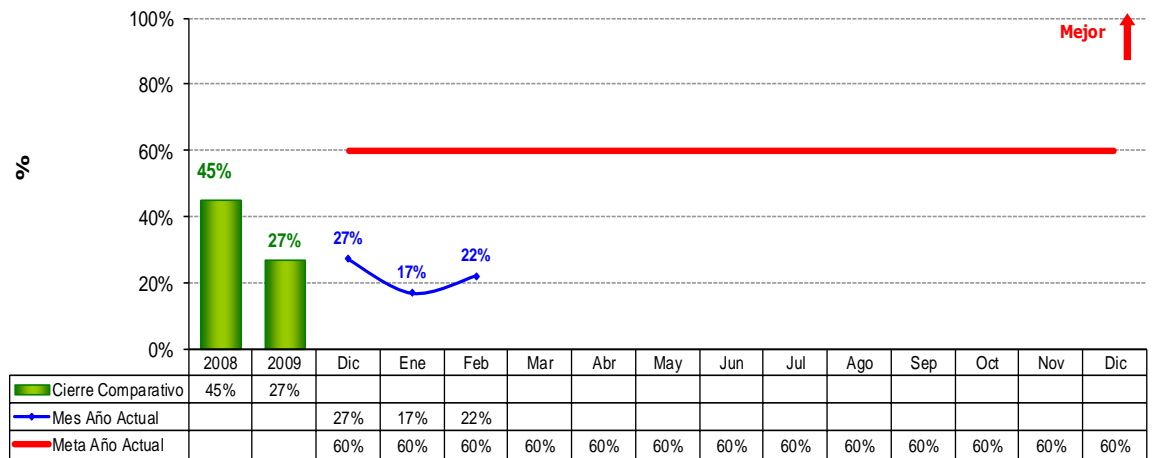
Valor del Inventario

Valor del Inventario ZC



Rotación del Inventario

Rotación del Inventario ZC



Anexo 3

ANEXO 4

Anexo 4. Calificación Matriz de Excelencia

EVALUACION DE MANTENIMIENTO			
AREA DE GESTIÓN	AUTO EVALUACION	PUNTAJE VALIDADO	
Estrategia de Mantenimiento	2,6	1,9	
Administración y Organización	3,9	2,9	
Planeación y Programación	1,9	1,4	
Técnicas de Mantenimiento	2,4	2,2	
Medidas de Desempeño	2,4	2,3	
Tecnología de la Información	3,4	3,3	
Involucramiento de los Empleados	1,4	1,4	
Análisis de Confiabilidad	0,7	0,8	
Análisis de Procesos	4,4	3,7	
Información de Equipos	6,4	6,6	
TOTAL	29	26	

Temas Matriz de Excelencia



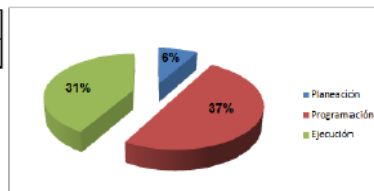
ANEXO 5

Anexo 5. Balance Inicial planeación – Matriz prioridad OT

PLANEACION		PROGRAMACION		EJECUCION						
Demora en la generación de la orden	Falla en la programación de actividades, se evidencia vacío entre planeación, programación y ejecución de mantenimiento.	Descripción más específica en las cotizaciones de trabajo / No legala OT	Falla en el cumplimiento de la programación semanal de actividades (recarga el fin de semana)	Demora en autorización de servicios	Deficiencia en autorización de ingreso a plantas	Tiempo de entrega de plantas para iniciar a trabajar es muy tarde	Permisos de trabajo demorados el fin de semana	Demora en entrega y recepción de los equipos	Tiempo destinado a tareas de mantenimiento muy corto	Miembros asignados a otra planta y se pierde el desplazamiento.
		X								
X				X						
	X		X		X	X	X			
		X	X			X		X	X	
		X								
		X	X				X	X		
X	X	X	X		X			X		X
		X	X					X		
X		X	X	X						
3	2	9	7	2	2	2	2	5	1	1

ESTADISTICAS

Planeación	6%
Programación	37%
Ejecución	31%

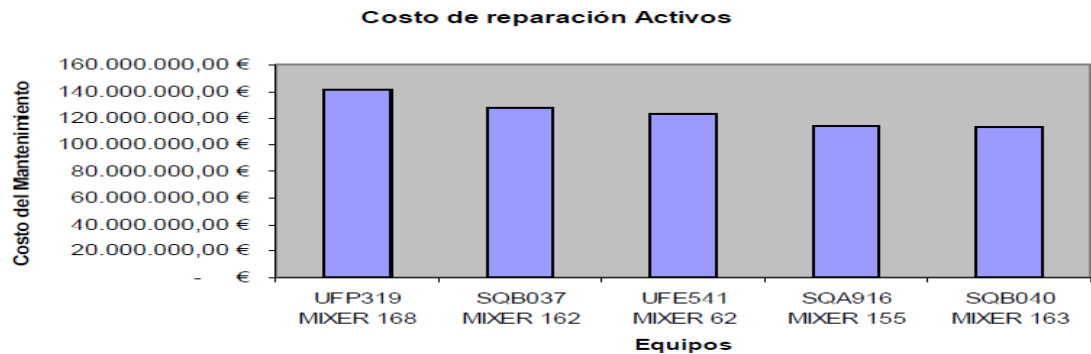
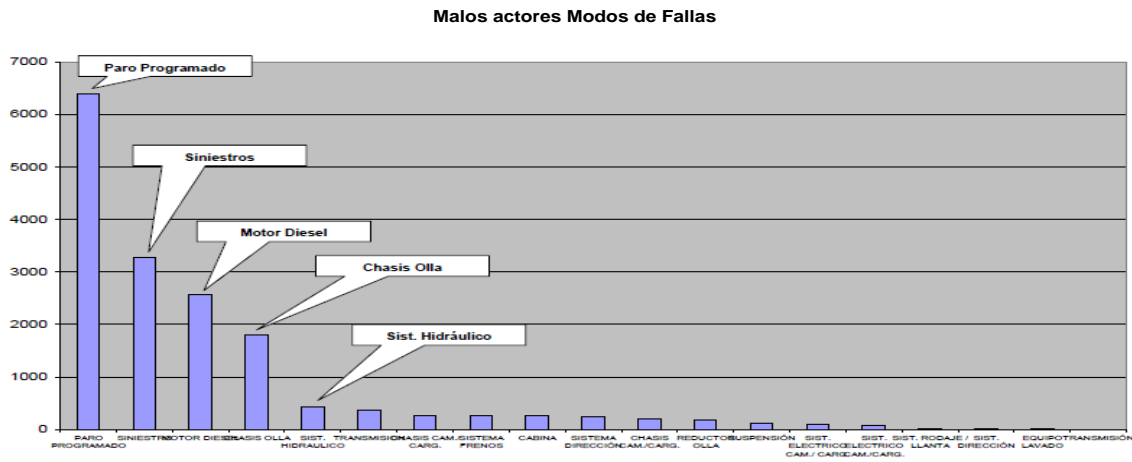
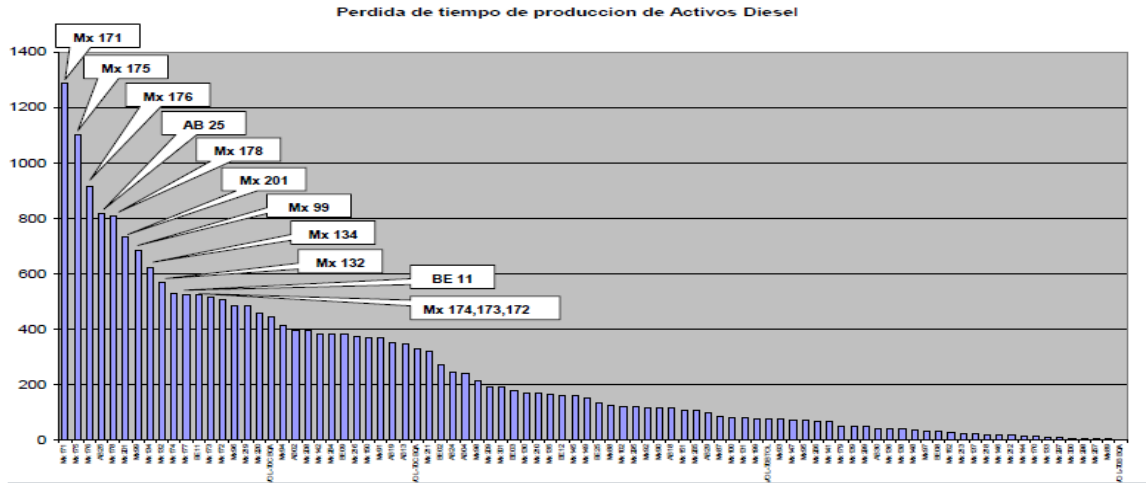


MATRIZ DE PRIORIDAD DE ORDENES DE TRABAJO CONCRETOS

Clasificación Severidad de Eventos					El NO realizar la labor:																								
PRIORIDAD	DESCRIPCIÓN	PROCESO	TIEMPO	COLOR	1. Amenaza inmediata a la seguridad de las personas, medio ambiente y/o la integridad de los activos. 2. Afecta la calidad del producto y/o del servicio, limita capacidad de producción (objetivos primarios y secundarios), y/o genera altos costos de reparación. 3. Amenaza no inmediata a la seguridad de las personas, al medio ambiente y/o la integridad de los activos. 4. Afectará la capacidad de producción, la calidad del producto o del servicio y/o genera altos costos de reparación con el tiempo. 5. Mejora eficiencia procesos de producción, Mejoras generales, metas futuras operación, Mejoras en la calidad del producto o del servicio, Proyectos. 6. Restaura la integridad técnica de la planta																								
1	EMERGENCIA	DISTRIBUCIÓN / ENTREGA PRODUCCION	Hasta 24 Horas	ROJO	<table border="1"> <tr><td>X1</td><td>X2</td><td>X3</td><td>X4</td><td>X5</td><td>X6</td></tr> <tr><td>H1</td><td>H2</td><td>H3</td><td>H4</td><td>H5</td><td>H6</td></tr> <tr><td>M1</td><td>M2</td><td>M3</td><td>M4</td><td>M5</td><td>M6</td></tr> <tr><td>L1</td><td>L2</td><td>L3</td><td>L4</td><td>L5</td><td>L6</td></tr> </table>	X1	X2	X3	X4	X5	X6	H1	H2	H3	H4	H5	H6	M1	M2	M3	M4	M5	M6	L1	L2	L3	L4	L5	L6
X1	X2	X3	X4	X5		X6																							
H1	H2	H3	H4	H5		H6																							
M1	M2	M3	M4	M5		M6																							
L1	L2	L3	L4	L5		L6																							
2	CRITICA	DISTRIBUCIÓN / ENTREGA PRODUCCION	De 1 a 3 Días	ANARANJADO																									
3	IMPORTANTE	DISTRIBUCIÓN / ENTREGA PRODUCCION	De 1 a 3 Semanas De 1 a 5 Semanas	AMARILLO																									
4	NORMAL /PROYECTO	DISTRIBUCIÓN / ENTREGA PRODUCCION	4 ó Mas Semanas 5 ó Mas Semanas	CIAN																									
(X) Extremadamente crítico para la seguridad de las personas, el medio ambiente, los activos y/o los procesos en concretos (producción, distribución, entrega)																													
(H) Equipos críticos para la seguridad de las personas, el medio ambiente, los activos y/o los procesos en concretos (producción, distribución, entrega)																													
(M) Equipos importantes en sistemas críticos para la seguridad de las personas, el medio ambiente, los activos y/o los procesos en concretos (producción, distribución, entrega)																													
(L) Equipos no críticos para la seguridad de las personas, el medio ambiente, los activos y/o los procesos en concretos (producción, distribución, entrega)																													

ANEXO 6

Anexo 6. Análisis Malos Actores

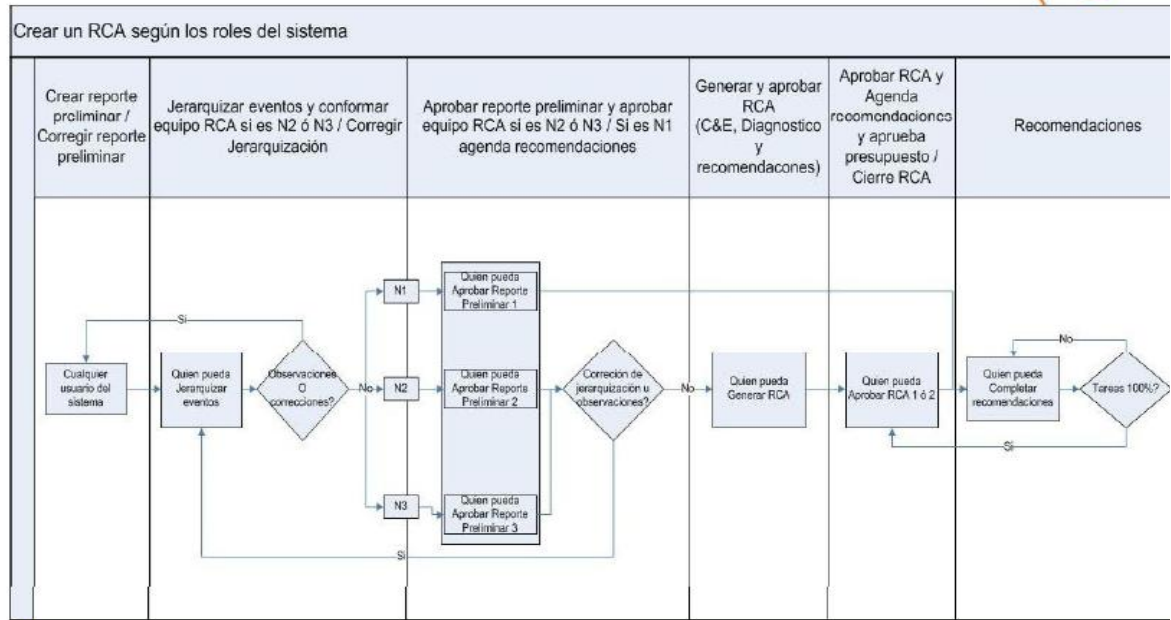


ANEXO 6

ANEXO 7

Anexo 7. Flujo de RCA

Flujo de Trabajo RCA



Construcción de Diagrama Causa efecto: **Falla caja por desgaste extremo en piñonería NX 320**

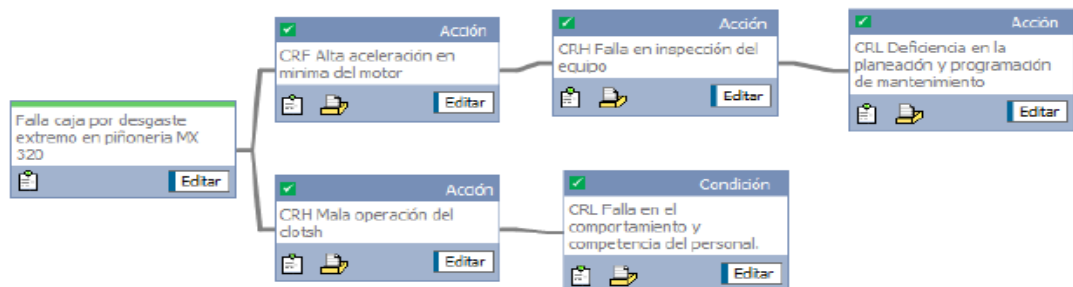
Validada: Descartada: Por verificar:

Ya se han asociado recomendaciones a esta causa:

Esta causa tiene observaciones:

Ya se ha asociado evidencia a esta causa:

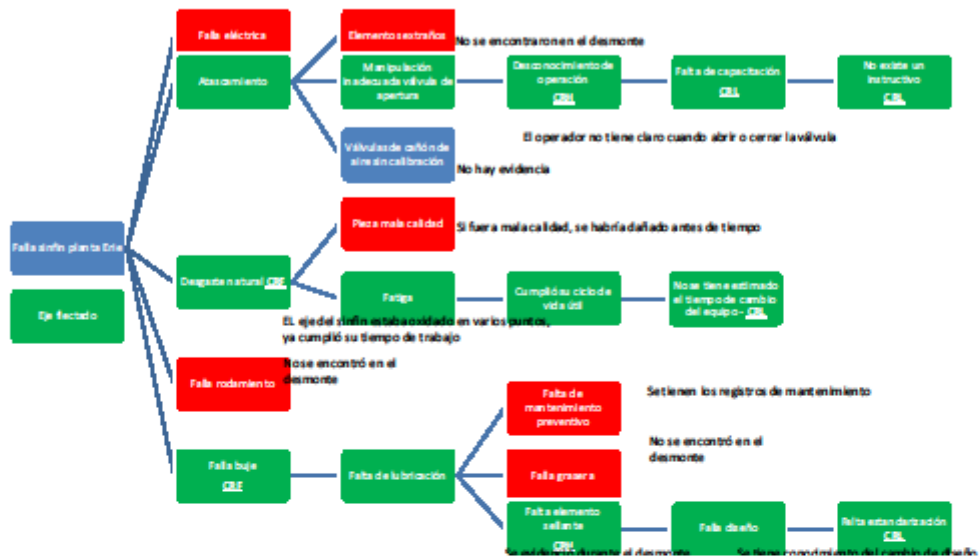
La causa tiene evidencia adjunta:



Anexo 7

QUÉ?	Daño del Sifón
CUANDO?	Primer trimestre del año
DONDE?	Planta Ete
RELEVANCIA	\$3.000.000 COP
	28 hrs de paro de la planta
	7 veces en 3 mes

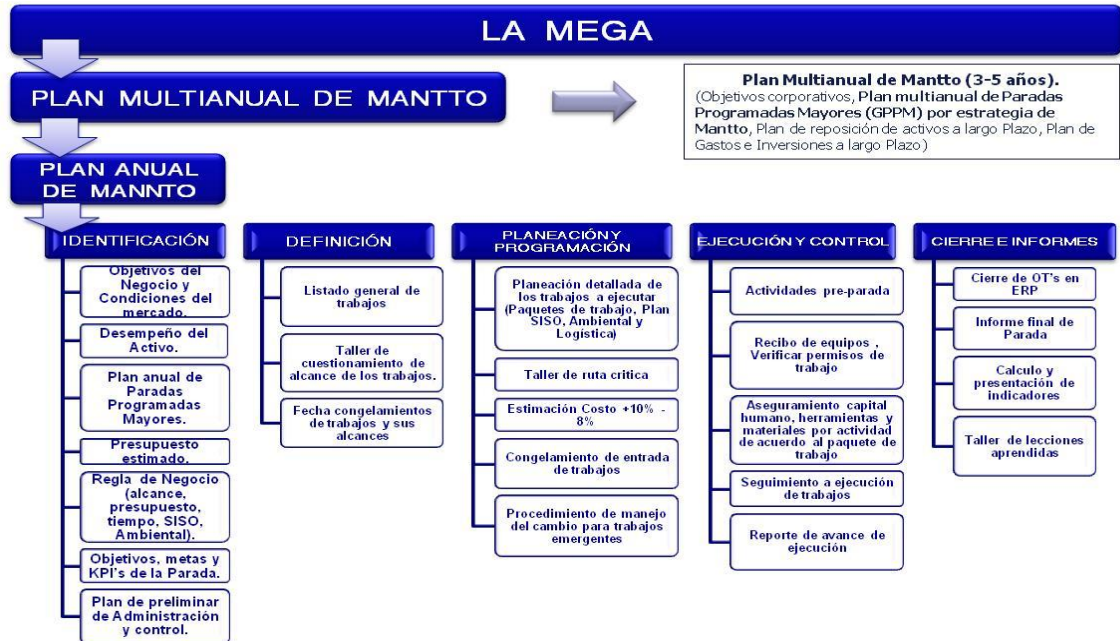
EFECTO PRIMARIO Daño sifón planta Ete



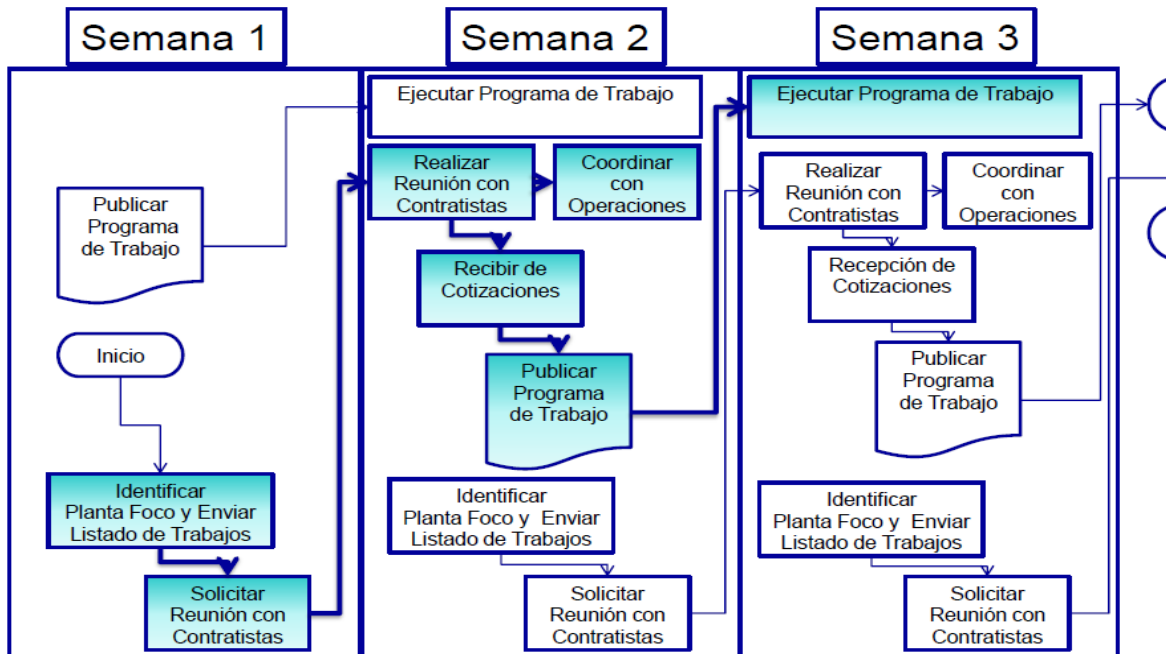
ANEXO 8

Anexo 8. Planeación Estratégica y planta foco

ESTRATEGIA LARGO PLAZO




PROCESO DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN – PLANTA FOCO




ANEXO 9

Anexo 9. Diagrama de Flujo Metodología análisis criticidad activos


Informe análisis de criticidad Funciones Bombas

Proceso	Sistema	Función	Falla crítica	Subfunción	Equipo	Componente	Nivel Criticidad		Comentario
							Perdida de función Total	Perdida de función Parcial	
Distribución	Autobomba (el análisis del camión se encuentra en la mixer) 	Bombear concreto bajos las especificaciones solicitadas, 32 m3 por hora	Estallido de tubería, caída del boom, inadecuada estabilización) que afectará el sistema en 192 hrs con 100% de reducción.	Falla principal (falla crítica)	Boom	Tubería	M	L	Quando ocurre la pérdida total, el mayor efecto se produce sobre el medio ambiente por el derrame y sobre las personas por el potencial de accidente, la parada y el costo de reparación son de nivel medio y la frecuencia es baja. Para la parcial, los efectos son bajos y la frecuencia media
				Alivio de presión	Sistema hidráulico	Válvula alivio	L	L	Si se ausenta la función, el mayor efecto se presenta con un escape de aceite al medio ambiente, pero con una baja frecuencia. Quando no funciona correctamente, lo que se presentaría sería una fuga de aceite.
				Control	Control automático	Caja control Control remoto Cilindro Electroválvula Sistema electrónico Sistema eléctrico Sensor de carrera Válvula retención	M	L	Para la pérdida total se analizan los controles del equipo, donde la parada por reparación es alta, pero la frecuencia de ocurrencia es baja. En la parcial, se toma cualquiera de los demás elementos, donde la pérdida de la función afecta medianamente al personal y/o medio ambiente con una frecuencia baja
				Monitoreo	Cabina	Alarma de recalentamiento Sensores	L		La frecuencia de pérdida de la función y los efectos que se presentan son bajos
				Indicación local	Cabina	Display Manómetro	L	L	La falla de un indicador no es crítica, sin embargo, se DEBE AVISAR oportunamente, ya que se puede presentar una falla real sin notarla
				Equipo de emergencia		Pulsador de emergencia (Hongo)	M	L	Si al necesitar la función, no se presenta, la afectación al personal y/o al medio ambiente es alta, sin embargo, la frecuencia de falla es baja. Cuando la falla del equipo de emergencia se presenta de forma parcial, se puede presentar un accionamiento fortuito que pare la producción por un tiempo
				Tuberías y mangueras hidráulicas		Tubos Manguera	X	X	Quando se presenta la pérdida de la función sea total o parcial, el mayor impacto se da por los derrames al medio ambiente y/o por el potencial de accidente, con un alta frecuencia de ocurrencia por las fsuras encontradas. La diferencia entre ambas pérdidas es la pérdida de producción
				Recibo y transporte		Tolva Cilindro Transporte Tubería	M	L	Se analiza la falla de los tubos de recibo, donde la frecuencia de falla es baja y el tiempo de pérdida de producción es alta. Para la pérdida parcial, el tiempo perdido es menor
				Estructural		Torre Boom Estabilizadora	M	L	Si cualquiera de los componentes falla el mayor efecto se presenta sobre el medio ambiente y/o las personas, con un tiempo perdido alto pero una frecuencia baja. Al existir una pérdida parcial, todos los aspectos son menores

Proceso	Sistema	Función	Falla crítica	Subfunción	Equipo	Componente	Nivel Criticidad		Comentario
							Perdida de función Total	Perdida de función Parcial	
Distribución	 C:\Documents and Settings\jms.docur	Transportar concreto	Falla en protecciones electrónicas del motor (sensores, solenoides) estas fallas hacen apagar el motor y la olla. Se afecta el 100% del funcionamiento del camión, la cual se restablece en 30 min mientras se hacen los cambios respectivos	Falla principal (total)	Motor	Sensores y solenoides	X		El mayor efecto de la parada, es la posibilidad de pérdida del concreto transportado, ya que la olla se puede pegar y los costos aumentarían. Además de esto, la frecuencia de la falla es muy grande
				Falla principal (parcial)	Motor	Filtro combustible		M	Las suciedades que trae el combustible lo taponan y el vehículo no alcanza a llegar a la obra, si es del caso, se hace devolver a planta para limpiar el filtro, si no se puede traspasar, se bota la carga.
				Alivio de Presión	Tanque aire	Válvula seguridad	L	-	Lo más grave que puede llegar a ocurrir, al faltar la función, es que el tanque se explote o se quede vacío (dependiendo de cómo falle la válvula) y esto es muy difícil que ocurra
				Alivio de presión	Sistema hidráulico	Válvula seguridad	M	L	Si se ausenta la función, el mayor efecto se presenta con un escape de aceite al medio ambiente, pero con una baja frecuencia. Cuando no funciona correctamente, lo que se presentaría sería una fuga de aceite.
				Retención de presión (lavado)	Tanque de agua	Válvula	L	-	Las consecuencias al presentarse esta falla, son bajas, ya que, se trabaja con agua limpiar.
				Control	Motor	Módulo electrónico	M	-	Al fallar el control, hay que evaluar el cambio del módulo, pero esto no se presenta con frecuencia
				Indicación local	Sistema eléctrico	Indicadores de temperatura	L	-	La falla de un indicador no es crítica, sin embargo, se DEBE AVISAR oportunamente, ya que se puede presentar una falla real sin notarla
				Encendido manual	Sistema eléctrico	Switch ignición	L	-	Si el arranque no se da por medios normales, se puede hacer manualmente
				Otra subfunciones Rodaje	Sistema rodaje	Llantas	M	-	Se analiza la falla de UNA sola llanta. Esto pasa muy frecuentemente, sin embargo los efectos no son tan graves, ya que no hay parada del vehículo durante mucho tiempo y los costos no son altos
				Otra subfunciones Rodaje	Sistema rodaje	Pernos y rosca de las arañas	X	-	Que se suelte el sistema de sujeción de cualquier llanta es algo que pasa muy frecuente, puede ocasionar un accidente y la parada de producción es media
				Otra subfunciones Rodaje	Sistema rodaje	Rines	M	-	El daño en los rines es muy frecuente, aunque las consecuencias no son graves porque la falla es visible inmediatamente
				Otra subfunciones Rodaje	Sistema rodaje	Troques	M	-	Se analiza la punta del troque que al fallar puede ocasionar un accidente y parada de producción mientras la reparación, aunque la frecuencia de falla es baja
				Otra subfunciones Frenado	Sistema de frenos	Bomba frenos	M	-	Los efectos se presentan sobre el medio ambiente, por fugas y por un potencial de accidente al quedarse sin frenos. Sin embargo, no es común que ocurra
				Otra subfunciones Frenado	Sistema de frenos	Compresor	H	-	Se analiza la falla que afecte en mayor medida la producción (paso de aceite) por parada durante reparación, y a pesar que los costos no son altos, la frecuencia si es media
				Otra subfunciones Frenado	Sistema de frenos	Tanque de aire	M	-	Si hay que cambiar el tanque, el tiempo de parada del equipo es lo más arduo, pero esto casi nunca ocurre
				Otra subfunciones Frenado	Sistema de frenos	Cámaras de seguridad	M	-	Debido a que son 4 cámaras de seguridad, hay la posibilidad que falle una y la afectación es baja, sin embargo la frecuencia es alta
				Otra subfunciones Frenado	Sistema de frenos	Mangueras	M	-	Mientras la falla de mangueras no sea general, los efectos tienen manejo (son bajos) sin embargo, es muy frecuente la fuga de aire por mangueras
				Otras subfunciones Transmisión	Transmisión	Embrague	H	M	Para la pérdida total se analiza el caso sin clutch, aislado totalmente donde la frecuencia de ocurrencia es media y hay que parar el equipo mientras se repara. Para la parcial, se analiza el caso del clutch destensionado que se presenta muy seguido pero la parada es mucho menor
				Otras subfunciones Transmisión	Transmisión	Caja de velocidades	M	M	Los costos son de nivel medio y la frecuencia es baja, pero la parada por reparación es alta. En ambos casos es el mismo comportamiento
				Otras subfunciones Transmisión	Transmisión	Cardanes, crucetas, flanches y soportes	L	-	A pesar que las consecuencias son de nivel bajo, la frecuencia es media
				Otras subfunciones Transmisión	Transmisión	Diferencial	M	-	Al presentarse la falla se genera un tiempo de parada que afecta la distribución, los costos son de nivel medio, pero la falla no se frecuente
				Otras subfunciones Motriz	Transmisión	Bloque	M	-	Se analiza la avería de culatas que no es muy frecuente pero el tiempo de parada es muy alto mientras se hace la reparación, cuyos costos son nivel medio
				Otras subfunciones Motriz	Alimentación de combustible		M	-	El análisis es igual a la falla principal PARCIAL
Otras subfunciones Motriz	Admisión de aire	Turbo Filtros de aire	L	L	Analizando la pérdida total, se toma el caso del fallo en turbo que no es frecuente, pero si genera una parada y unos costos de nivel medio, cuando se genera. Para la pérdida parcial se observan los filtros obstruidos, que tienen un comportamiento de menor consecuencia pero una mayor frecuencia				

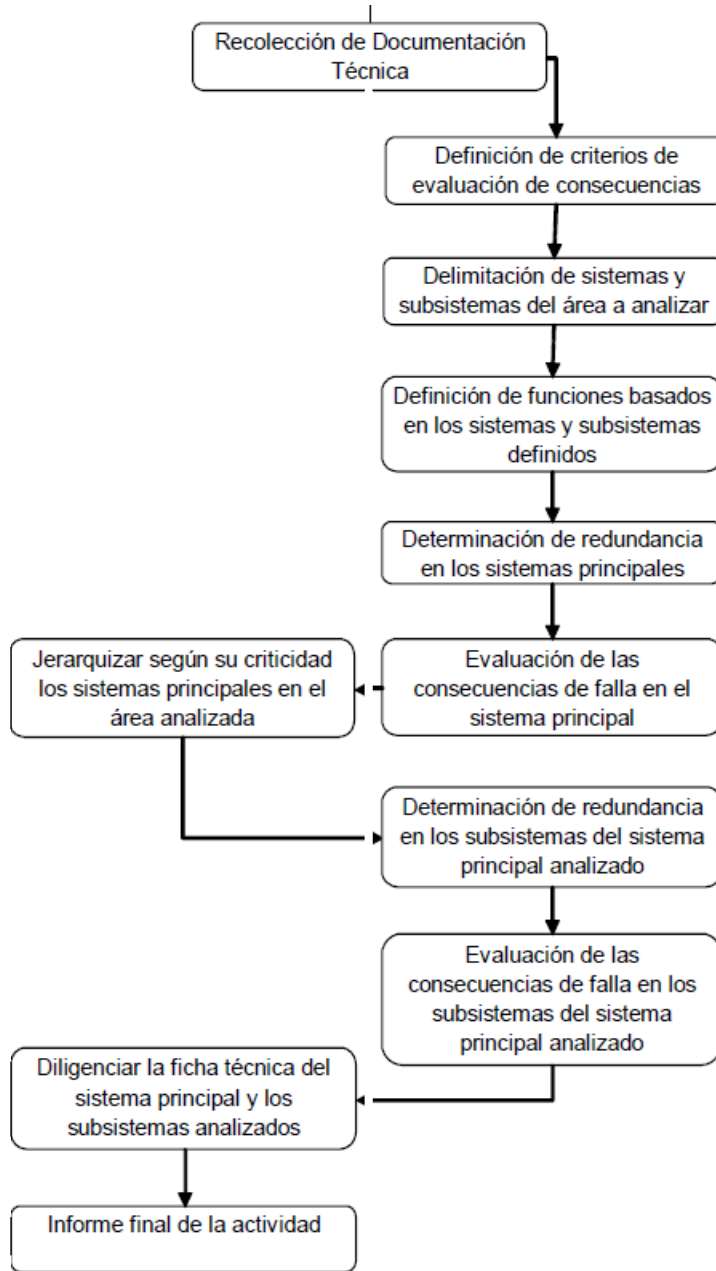
Anexo 9.

Diagrama de Flujo Metodología análisis criticidad activos. Funciones Plantas

Proceso	Sistema	Función	Falla crítica	Subfunción	Equipo	Componente	Nivel Criticidad		Comentario
							Perdida de función Total	Perdida de función Parcial	
Producción	 Transporte	Transportar la materia prima desde almacenamiento hasta los puntos de dosificación y descargue, bajo parámetros de presión, velocidad y volumen adecuado según el proceso. Dando cumplimiento a la normatividad relacionados con el control de emisiones y ruido	Se presenta falla en el sistema de frenos (discos, mordazas y/o tuberías) del cargador, afectando el 100% de la producción, con una demora de reestablecimiento de 8 días	Falla principal	Cargador	Frenos	M	H	La criticidad de la pérdida total es debido a la baja frecuencia de ocurrencia. (las consecuencias son de alto nivel) Para la pérdida parcial la frecuencia de ocurrencia es mayor, por eso aumenta la criticidad
				Movimiento de cargas diferentes a la materia prima			L	-	Debido a que esta función no interfiere con la producción, no afecta cuando no está
				Alivio de presión	Cargador	Sistema hidráulico	M	L	A pesar que los costos y el tiempo de pérdida de producción originada por la falta de la función es alta, la frecuencia de ocurrencia es baja, por eso la criticidad es menor
				Monitoreo	Cargador	Tablero de instrumentos	L	L	Si el tablero de instrumentos no funciona, el cargador trabaja en modo manual mientras se repara el daño
				Apagado y/o arranque manual	Cargadores, bandas transportadoras patio, Transporte neumático	Switch de arranque	M	-	El nivel es Medio debido a que la frecuencia de ocurrencia es baja, ya que la falta de la función afecta la función principal y la producción
				Indicación local	Transporte neumático	Indicador de presión de aire y aceite; y manómetros	H	H	Ambos tipos de pérdida son altos debido a que la frecuencia de falla es media y los costos tanto de reparación y de producción son altos (la afectación del equipo por no saber que tiene en algún
				Equipo de emergencia	Bandas transportadoras	Hongo de emergencia	M	M	Si al necesitar la función, no se presenta, la afectación al personal y/o al medio ambiente es alta, sin embargo, la frecuencia de falla es baja. Cuando la falla del equipo de emergencia se presenta de forma parcial, se puede presentar un accionamiento fortuito que pare la producción por un tiempo
				Control emisiones	Zona descargue		M	-	La afectación a personas y medio ambiente es muy alta, cuando falta esta función
				Otras sub funciones desplazamiento	Cargador	Transmisión, llantas	M	M	Para la pérdida total se analiza el servotransmisor (costos de reparación altos y frecuencia, baja) y para la parcial se analiza la falla de llantas (costos y frecuencia bajos)
				Otras sub funciones electrónico	Cargador, transporte neumático, bandas y sinfin	Sistema electrónico y conectores	M	X	Para la pérdida total se analiza el módulo electrónico de control (costos de reparación altos y frecuencia, baja) y para la parcial se analiza la falla de contactos (tiempo perdido de producción y frecuencia altos debido a que se presentan cortos y/o fallos que no son fáciles de encontrar)
				Otras sub funciones Levante	Cargador	Estructura, cuchilla, cucharón, bujes, cilindros	M	M	Para la pérdida total se analizaron los bujes (costos altos y frecuencia baja) y para la parcial los cilindros (costos medios y frecuencia media)
				Otras sub funciones motriz	Cargador	Motor combustión interna	M	L	El nivel de criticidad no es alto, debido a la facilidad de alquiler, sin embargo, se tienen en cuenta los costos altos de reparación para una falla total de motor, con una baja frecuencia de ocurrencia y la pérdida parcial se analiza con taponamientos de filtro de combustible, que es mucho menos costoso tanto para personas y/o medio ambiente y de menor frecuencia
				Otras sub funciones	Sinfin y bandas	Estructura/ plataforma accesos	M	M	Al fallar esta subfunción las consecuencias que pueden haber sobre las personas, son altas, sin embargo no ocurre a menudo
				Otras sub funciones Motriz eléctrico	Transporte neumático Transporte por correa	Motor eléctrico	L	L	La criticidad del análisis es baja debido a la facilidad de cambio del motor eléctrico y la baja frecuencia de ocurrencia del evento
				Otras sub funciones Motriz	Bandas	Motoreductor Transmisión cadenas	M	L	El análisis de pérdida total se realizó para el motoreductor (tiempo de producción perdido y costos altos con una baja frecuencia) y para la parcial, la cadena (con todas las consecuencias bajas y la frecuencia media)
				Otras sub funciones transporte	Bandas	Rodillos bandas	M	M	Cuando falta esta función la reparación de las bandas no es costosa, pero implica mucho tiempo de paro de producción, sin embargo la pérdida repentina no se presenta muy seguido, hay posibilidad de programación (frecuencia de ocurrencia baja)
				Otras sub funciones transporte	Sinfin	Roscas y tubos sinfin	M	-	El análisis se hace por atascamiento del tornillo que a pesar de crear un paro de producción, no ocurre con frecuencia
				Otras sub funciones comprimir	Transporte neumático	Sistema neumático	M	M	Los dos análisis dan el mismo resultado, costos de reparación altos con frecuencia baja. Para la pérdida total se analiza el compresor y para la parcial se analiza la reparación de anillos
				Otras sub funciones Presurización	Transporte hidráulico	Motobomba, hydroflow	L	L	La producción no se para cuando se presenta la falla y los costos de reparación no son altos, además el evento se presenta con baja frecuencia
				Otras sub funciones rotación	Bandas Cargador	Motoreductor Transmisión por cadena Pivote bandas	M	L	El análisis realizado es al componente que más falla entre los mencionados: llantas, aún así, la frecuencia de falla es muy baja
Control	Cargadores y transporte neumático	Lazos de temperatura, presión, de nivel	L	L	Si el control no funciona, el cargador trabaja en modo manual mientras se repara el daño				

Anexo 9. Diagrama de Flujo Metodología análisis criticidad activos

DIAGRAMA DE FLUJO ANALISIS DE CRITICIDAD DE ACTIVOS



Anexo 9. Diagrama de Flujo Metodología análisis criticidad activos

Mixer-Olla

EVALUACIÓN DE CRITICIDAD DE FUNCIONES PRINCIPALES Y SUBFUNCIONES															
código XX-XXX-XXXX															
PLANTA:		CONCRETOS ARGOS-ZONA NORTE													
SISTEMA:		0801 SISTEMA MIXER-OLLA (MACNEILIUS)						FUNCION PRINCIPAL:		MEZCLAR Y ALMACENAR					
UNIDADES PARALELAS:		1		CAPACIDAD POR UNIDAD:		8 m3		GRADO DE REDUNDANCIA:		A					
DOCUMENTOS SOPORTE:		Equipo Taller													
Falla crítica (paro de olla) que afectará el sistema en 0 horas con 100% de reducción.															
ESTADO	EFECTOS EN EL SISTEMA	EFECTOS EN LA INSTALACIÓN	CRITIC.				Pb	Matriz							
			H	P	C	Cr									
NO TRABAJA	Reducción al 100% Dia de trabajo (27 m3), tiempo crítico representa la reemplazo del mixer.	Por fraguado de producto inversión de tiempo y dinero para retornarlo a la condición inicial.	3	1	1	1	3	M							
NO TRABAJA ADECUADAMENTE	Calidad del concreto. (aspas)	Sin efectos.	3	2	2	2	3	L							
Función (Código y Descripción)	Reducción	Tiempo Crítico	UP*Cap>Redundancia	No Trabaja					No Trabaja Correct.						
				H	P	C	CR	Pb	Matriz	H	P	C	CR	PR	Matriz
080101 Alivio de presión	100%	2 horas	1*N/A>A	3	2	3	2	3	L	3	2	3	2	3	L
		0 horas (cambio de automatico a manual)													
080102 Control	100%		2*N/A>B	3	1	3	1	1	0	3	2	2	2	1	0
080103 Indicación local	0%	0 horas	1*N/A>A	3	3	3	3	3	L	3	3	3	3	3	L
080104 Estructura	100%	2 horas	1*N/A>A	3	2	3	2	2	M	3	3	3	3	2	L
080105 Motriz	100%	16 horas	1*N/A>A	3	1	2	1	3	M	3	3	3	3	3	L
080106 Lavado	0%	1 hora	1*N/A>A	3	3	3	3	3	L	3	3	3	3	3	L
080107 Cargue	0%	3 horas	1*N/A>A	3	3	3	3	3	L						#N/A
080108 Descargue	100%	3 horas	1*N/A>A	3	2	3	2	3	L						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A
									#N/A						#N/A
									0						#N/A

Anexo 9. Diagrama de Flujo Metodología análisis criticidad activos

EVALUACION DE CRITICIDAD DE FUNCIONES PRINCIPALES
código XX-XXX-XXXX

UBICACION: Regional Centro - Planta Bogotá **PROCESO:** PLANTA REX BOGOTA

SISTEMA: DOSIFICACIÓN **FUNCION PRINCIPAL:** Realizar la dosificación de la materia prima, dentro de los límites permisibles de peso y/o volumen, según sea el caso (agregados 3% cemento 1% agua 3%) evitando pérdidas de materiales

UNIDADES PARALELAS: **CAPACIDAD POR UNIDAD:** **GRADO DE REDUNDANCIA:** A

DOCUMENTOS SOPORTE: Análisis de grupo

Descripción de la falla crítica:	% Reducción de la función principal:	Tiempo estimado para recuperar la función principal:
Se presenta falla de las 1 celdas de la misma báscula	100%	12 horas

ESTADO	EFECTOS EN EL SISTEMA	EFECTOS EN LA INFRAESTRUCTURA	Aspectos de evaluación			Cr	Pb	MaCE
			H	P	C			
No trabaja (Pérdida total de la función principal)	Se presenta una parada de producción	Potencialmente puede ocurrir daño en la infraestructura de la construcción en la cual interviene el concreto de mala calidad.	3	1	1	1	3	M
No trabaja adecuadamente (Desviación de parámetros de la función principal)	Hay un potencial de afectación a la calidad del producto, sin que lo notemos fácilmente (período máximo de un mes para darnos cuenta)	Potencialmente puede ocurrir daño en la infraestructura de la construcción en la cual interviene el concreto de mala calidad. (POR EL POTENCIAL DE AFECTACIÓN AL CLIENTE LA FALLA ES X)	3	3	2	2	3	H

Sub Función (Código y Descripción)	Reducción	Tiempo Crítico	UP*Cap.>Redundancia	No Trabaja						No Trabaja Correcto.					
				H	P	C	CR	Pb	MaCE	H	P	C	CR	Pb	MaCE
Dosificar (análisis de falla de 4 celdas - similar al estado 1)	100%	12 hrs	1*100>A	3	1	1	1	3	M	3	3	3	3	3	L
Alivio de presión (básculas de cemento)	0%	1/2 hr	1*1100Kg>A	1	2	3	1	2	H			2	2	3	L
Otras funciones (Vaciado automático - válvula de descarga)	100%	6 hrs	1*100>A (análisis automático PT / manual PP)	3	1	1	1	3	M	3	3	3	3	3	L
Otras funciones (Almacenamiento, compuertas de descarga-lenteja, acceso - tolvas)	igual al análisis de almacena miento		1*100>A			3	3	2	L			3	3	2	L
Otras funciones (entregar señales estables y proporcionales - Celdas y medidores de flujo)	igual al estado 1					3	3	3	L			2	2	#N/A	
Otras subfunciones (vibración báscula)	0%	12 hrs	1*100>A	3	3	3	3	2	L			1	1	2	H
Otras subfunciones (estructura: acceso básculas)	0%	3 hrs	viene de almacenamiento tolva			3	3	3	L			3	3	3	L

PLANTA MISAAC VVC: Análisis Tres silos - Se produce un 25% al día de lo que produce REX + \$500 mil de transporte en costos reparación

Dosificar (análisis de falla de 4 celdas - similar al estado 1)	100%	24 hrs				3	3	3	L			3	3	1	M
Alivio de presión (básculas de cemento)	0%	1/2 hr	lo trabaja el tmo de vc			1	1	3	M			2	2	2	M
Otras funciones (Vaciado automático - válvula de descarga)	100%	18 hrs				1	1	3	M			3	3	2	L
Otras funciones (Almacenamiento, compuertas de descarga-lenteja, acceso - tolvas)	igual al análisis de					3	3	3	L			3	3	3	L
Otras funciones (entregar señales estables y proporcionales - Celdas y medidores de flujo)	igual al estado 1 + 12 hrs					2	2	3	L			2	2	3	L
						1	1	3	M			3	3	2	L

Planta ODISA 4 silos

Dosificar (análisis de falla de 4 celdas - similar al estado 1)	100%	12 hrs				3	1	1	1	3	M				#N/A
Alivio de presión (básculas de cemento)	0%	1/2 hr				1	1	3	M			1	1	3	M
Otras funciones (Vaciado automático - válvula de descarga)	100%	6 hrs				2	2	3	L			3	3	3	L
Otras funciones (Almacenamiento, compuertas de descarga-lenteja, acceso - tolvas)	igual al análisis de almacena miento					1	1	3	M			3	3	3	L

ANEXO 10

Anexo 10. Gamas con análisis PMO propuestos-Matriz QFD

MANTENIMIENTO PREVENTIVO CAMIONES MEZCLADORES 250 Hrs - MECÁNICO		
		Versión: 04 Fecha Aprobación: 5 Ene-2009
Actividades	✓ / ✗	Notificaciones
CAMIÓN		
Cabina y Chasis		
Realizar engrase de balinera central del eje cardán		
Realizar engrase de terminales barra y brazo de dirección		
Realizar engrase de ratches y levas del sistema de frenos		
Realizar engrase de rodamiento y articulaciones del embrague		
Realizar engrase de sistema vigas Tandem (Suspensión trasera)		
Dirección		
Con varilla medidora, verificar nivel de aceite del sistema de dirección		
Frenos		
Inspección visual al resorte de la cámara de parqueo		
Llantas		
Con herramienta de medición registrar profundidad de labrado, realizar revisión e inventario de todas las llantas		
Motor		
Usando la herramienta Inside, tomar datos de condición del motor para su análisis		
Sistema eléctrico		
Con voltiampermetro medir Voltaje (mín 13, máx 14.5) y Amps (mín 60, máx 65) del alternador		
OLLA		
Sistema Hidráulico		
Inspección visual y manual de las mangueras del sistema hidráulico		

Anexo 10. Gamas con análisis PMO propuestos-Matriz QFD

Modos de Falla

Equipment class (see Table A.4) ^a										Failure modes			
Cranes	Heat Exchangers	Heaters and boilers	Piping	Vessels	Winches	Turrets	Swivels	Description of failure mode	Examples	Code ^b	Type ^c		
X	X	X	X	X	X			Abnormal instrument reading	False alarm, faulty instrument indication	AIR	2 (3)		
X			X		X			Breakdown	Breakdown	BRD	3 (1)		
	X			X				Insufficient heat transfer	Cooling/heating below acceptance	IHT	2		
	X	X	X	X			X	External leakage process medium	Oil, gas, condensate, water	ELP	3		
X	X	X		X			X	External leakage utility medium	Lubricant, cooling water, barrier oil	ELU	3		
						X	X	Fail to connect	Fail to connect	FCO	1		
X						X	X	Fail to function as intended	General operation failure	FTI	1(2)		
X					X	X	X	Fail to rotate	Failure to rotate	FRO	1		
X					X			Fail to start on demand	Fail to start on demand	FTS	1		
					X			Fail to stop on demand	Fail to stop on demand	STP	1		

Failure mechanism		Sub division of the failure mechanism		Description of the failure mechanism
Code number	Notation	Code number	Notation	
1	Mechanical failure	1.0	General	A failure related to some mechanical defect, but where no further details are known
		1.1	Leakage	External and internal leakage, either liquids or gases. If the failure mode at equipment unit level is leakage, a more causal-oriented failure mechanism should be used wherever possible
		1.2	Vibration	Abnormal vibration. If the failure mode at equipment level is vibration, a more causal-oriented failure mechanism the failure cause (root cause) should be recorded used wherever possible
		1.3	Clearance/alignment failure	Failure caused by faulty clearance or alignment
		1.4	Deformation	Distortion, bending, buckling, denting, yielding, shrinking, blistering, creeping, etc.
		1.5	Looseness	Disconnection, loose items
		1.6	Sticking	Sticking, seizure, jamming due to reasons other than deformation or clearance/alignment failures

Failure mechanism		Sub division of the failure mechanism		Description of the failure mechanism
Code number	Notation	Code number	Notation	
		3.6	Common cause/mode failure	Several instrument items failed simultaneously, e.g. redundant fire and gas detectors. Also failures related to a common cause.
4	Electrical failure	4.0	General	Failures related to the supply and transmission of electrical power, but where no further details are known
		4.1	Short circuiting	Short circuit
		4.2	Open circuit	Disconnection, interruption, broken wire/cable
		4.3	No power/voltage	Missing or insufficient electrical power supply
		4.4	Faulty power/voltage	Faulty electrical power supply, e.g. overvoltage
		4.5	Earth/isolation fault	Earth fault, low electrical resistance

Anexo 10. Gamas con análisis PMO propuestos-Matriz QFD

CALIFICACION IMAGEN EQUIPOS									
QFD									
EQUIPO	COMPONENTE	Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo	TOTAL	CALIFICACION	ERROR	
MIXER 31	Hormigonera	1				36	60	1	ANTIGUA
	Cabina	1				12			
	Logo	1				12			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 33	Hormigonera	1				36	60	1	ANTIGUA
	Cabina	1				12			
	Logo	1				12			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 34	Hormigonera		1			9	13	1	
	Cabina			1		2			
	Logo			1		2			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 58	Hormigonera		1			9	20	1	
	Cabina		1			9			
	Logo			1		2			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 60	Hormigonera				1	1	3	1	
	Cabina				1	1			
	Logo				1	1			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 62	Hormigonera	1				36	60	1	ANTIGUA
	Cabina	1				12			
	Logo	1				12			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 63	Hormigonera	1				36	60	1	ANTIGUA
	Cabina	1				12			
	Logo	1				12			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 65	Hormigonera	1				36	60	1	ANTIGUA
	Cabina	1				12			
	Logo	1				12			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 66	Hormigonera		1			9	27	1	
	Cabina		1			9			
	Logo		1			9			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 67	Hormigonera		1			9	27	1	
	Cabina		1			9			
	Logo		1			9			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 68	Hormigonera		1			9	13	1	
	Cabina			1		2			
	Logo			1		2			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 73	Hormigonera	1				36	60	1	ANTIGUA
	Cabina	1				12			
	Logo	1				12			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 78	Hormigonera	1				36	60	1	ANTIGUA
	Cabina	1				12			
	Logo	1				12			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 80	Hormigonera				1	1	4	1	
	Cabina			1		2			
	Logo				1	1			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 81	Hormigonera				1	1	3	1	
	Cabina				1	1			
	Logo				1	1			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 83	Hormigonera			1		2	6	1	
	Cabina			1		2			
	Logo			1		2			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 103	Hormigonera	1				36	54	1	
	Cabina		1			9			
	Logo		1			9			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 104	Hormigonera			1		2	6	1	
	Cabina			1		2			
	Logo			1		2			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 105	Hormigonera			1		2	5	1	
	Cabina			1	1	1			
	Logo			1		2			
		Mala Imagen	Regular estado	Buen estado	Largo plazo				
MIXER 107	Hormigonera				1	1	3	1	
	Cabina				1	1			
	Logo				1	1			

	4	3	2	1
Mala Imagen				
Regular estado				
Buen estado				
Largo plazo				

MALA IMAGEN No es conveniente circulación ,pintura degradada severamente
REGULAR ESTADO Pintura a perdido brillo .Presencia de parches ,picaduras etc
 Tiempo aprox de intervención en máximo 3 meses
BUEN ESTADO Pintura mantiene brillo .Tiempo aprox de intervención en 6 meses
LARGO PLAZO Equipos nuevos o recién pintados ,intervención en un año aprox.



Anexo 10. Gamas con análisis PMO propuestos-Matriz QFD

PREVENTIVO PLANTA DE CONCRETO		
PLANTA MEZCLADORA CON TOLVA ALMACENAMIENTO Y BANDA A MEZCLADORA		
1000 HRS		
PLANTA: _____		Versión: 01 Fecha Aprobación: 6 de junio del 2009
Actividades	✓ / ✗	ANOTACIONES
Banda alimentación agregados		
Cambio de aceite del reductor		
Tornamesa distribución alimentación agregados		
Cambio de aceite del reductor		
Banda descarga báscula agregados		
Cambio de aceite del reductor		
Banda descargue a mezcladora		
Cambio de aceite del reductor		
Báscula agregados		
Prueba funcional del correcto cierre de las compuertas		
Báscula agua		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Báscula cemento		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Mezcladora		
Cambio de aceite de los reductores		
Silo 1		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Silo 2		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Silo 3		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Silo 4		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Sistema eléctrico		
Realizar prueba de aislamiento a todos los motores eléctricos		
Tornillo Sinfin pesaje cemento 1		
Cambio de aceite del reductor		
Tornillo Sinfin pesaje cemento 2		
Cambio de aceite del reductor		
Tornillo Sinfin pesaje cemento 3		
Cambio de aceite del reductor		
Tornillo Sinfin pesaje cemento 4		
Cambio de aceite del reductor		

Anexo 10. Gamas con análisis PMO propuestos-Matriz QFD

PREVENTIVO PLANTA DE CONCRETO PLANTA DOSIFICADORA CON TOLVA ALIMENTACION TIPO JOHNSON 1000 HRS		
PLANTA: _____		Versión: 01 Fecha Aprobación: 6 de Junio del 2009
Actividades	✓ / ✗	ANOTACIONES
Banda alimentación agregados		
Cambio de aceite del reductor		
Banda descargue a mixer		
Cambio de aceite del reductor		
Báscula agregados		
Prueba funcional del correcto cierre de las compuertas		
Báscula cemento		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Báscula cemento tipo sinfín		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Medidor de agua		
Inspección visual de la turbina del medidor		
Silo superior planta		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Silo 1		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Silo 2		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Silo 3		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Silo 4		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Sistema eléctrico		
Realizar prueba de aislamiento a todos los motores eléctricos		
Tornillo Sinfín trasiego cemento 1		
Cambio de aceite del reductor		
Tornillo Sinfín trasiego cemento 2		
Cambio de aceite del reductor		
Tornillo Sinfín trasiego cemento 3		
Cambio de aceite del reductor		
Tornillo Sinfín trasiego cemento 4		
Cambio de aceite del reductor		

Anexo 10. Gamas con análisis PMO propuestos-Matriz QFD

PREVENTIVO PLANTA DE CONCRETO PLANTA MEZCLADORA CON TOLVA ALMACENAMIENTO Y SKIP A MEZCLADORA 1000 HRS		
PLANTA: _____		Versión: 01 Fecha Aprobación: 6 de junio del 2009
Actividades	✓ / ✗	ANOTACIONES
Banda alimentación agregados		
Cambio de aceite del reductor		
Tornamesa distribución alimentación agregados		
Cambio de aceite del reductor		
Báscula agregados		
Prueba funcional del correcto cierre de las compuertas		
Báscula agua		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Báscula cemento		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Mezcladora		
Cambio de aceite de los reductores		
Silo 1		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Silo 2		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Silo 3		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Silo 4		
Prueba funcional del correcto sellado de válvula mariposa		
Sistema eléctrico		
Realizar prueba de aislamiento a todos los motores eléctricos		
Skip		
Cambio de aceite de(l) (los) reductor(es)		
Realizar cambio del cable de elevación		
Tornillo Sinfín pesaje cemento 1		
Cambio de aceite del reductor		
Tornillo Sinfín pesaje cemento 2		
Cambio de aceite del reductor		
Tornillo Sinfín pesaje cemento 3		
Cambio de aceite del reductor		
Tornillo Sinfín pesaje cemento 4		
Cambio de aceite del reductor		

Anexo 10. Gamas con análisis PMO propuestos-Matriz QFD

MANTENIMIENTO PREVENTIVO CAMIONES MEZCLADORES 500 Hrs - MECÁNICO		
		Versión: 04 Fecha Aprobación: 5 Ene-2009
Actividades	✓ / ✗	Notificaciones
CAMIÓN		
Cabina y Chasis		
Inspección visual al chasis y sobre chasis		
Realizar engrase de balinera central del eje cardán		
Realizar engrase de terminales barra y brazo de dirección		
Realizar engrase de ratches y levas del sistema de frenos		
Realizar engrase de rodamiento y articulaciones del embrague		
Realizar engrase de sistema vigas Tandem (Suspensión trasera)		
Dirección		
Con varilla medidora, verificar nivel de aceite del sistema de dirección		
Frenos		
Inspección visual al resorte de la cámara de parqueo		
Llantas		
Con herramienta de medición de profundidad de labrado, realizar revisión e inventario de llantas		
Motor		
Realizar el cambio de los filtros primario y secundario de la línea de combustible		
Inspección visual a filtro refrigerante		
Inspeccionar color y condición del líquido refrigerante, cambiar si es necesario		
Realizar el cambio de aceite del motor		
Realizar cambio del filtro aceite motor		
Usando la herramienta Inside, tomar datos de condición del motor para su análisis		
Transmisión		
Inspección visual del respiradero de los diferenciales		
Verificar nivel y estado del aceite de los diferenciales		
Verificar nivel y estado del aceite de la transmisión (caja de velocidades)		
Sistema eléctrico		
Realizar limpieza de conectores de los sensores		
Con voltiampermetro medir Voltaje (mín 13, máx 14.5) y Amps (mín 60, máx 65) del alternador		
OLLA		
Sistema Hidráulico		
Inspección visual y manual de las mangueras del sistema hidráulico		
Tomar muestra de aceite hidráulico y enviar a laboratorio para análisis		

Anexo 10. Gamas con análisis PMO propuestos-Matriz QFD

MANTENIMIENTO PREVENTIVO CAMIONES MEZCLADORES 1000 Hrs - MECÁNICO		
		Versión: 04 Fecha Aprobación: 5 Ene-2009
Actividades	✓ / ✗	Notificaciones
CAMIÓN		
Cabina y Chasis		
Inspección visual al chasis y sobre chasis		
Realizar engrase de balinera central del eje cardán		
Realizar engrase de terminales barra y brazo de dirección		
Realizar engrase de ratches y levas del sistema de frenos		
Realizar engrase de rodamiento y articulaciones del embrague		
Realizar engrase de sistema vigas Tandem (Suspensión trasera)		
Dirección		
Inspección visual por fugas a bomba de dirección		
Con varilla medidora, verificar nivel de aceite del sistema de dirección		
Frenos		
Inspección visual al resorte de la cámara de parqueo		
Llantas		
Con herramienta de medición de profundidad de labrado, realizar revisión e inventario de llantas		
Motor		
Realizar el cambio de los filtros primario y secundario de la línea de combustible		
Cambiar filtro refrigerante		
Inspeccionar color y condición del líquido refrigerante, cambiar si es necesario		
Realizar el cambio de aceite del motor		
Realizar cambio del filtro aceite motor		
Usando la herramienta Inside, tomar datos de condición del motor para su análisis		
Inspección visual de tuberías, mangueras y abrazaderas o racores del sistema de combustible		
Realizar el cambio del filtro de aire		
Transmisión		
Inspección visual del respiradero de los diferenciales		
Verificar nivel y estado del aceite de los diferenciales		
Verificar nivel y estado del aceite de la transmisión (caja de velocidades)		
Aire acondicionado		
Inspección visual del compresor, filtro y mangueras		
Inspección visual, auditiva y verificación de giro del blower y ventilador		
Realizar limpieza del condensador, usar cepillo y jabón suave.		
Realizar limpieza del evaporador, usar cepillo y jabón suave.		
Verificar presión de refrigerante, presión de baja entre 30psi y 35psi y presión de alta entre 175psi a 225psi.		

Anexo 10. Gamas con análisis PMO propuestos-Matriz QFD

MANTENIMIENTO PREVENTIVO CAMIONES MEZCLADORES 2000 Hrs - MECÁNICO		
		Versión: 04 Fecha Aprobación: 5 Ene-2009
Actividades	✓ / ✗	Notificaciones
CAMIÓN		
Cabina y Chasis		
Inspección visual al chasis y sobre chasis		
Realizar engrase de balinera central del eje cardán		
Realizar engrase de terminales barra y brazo de dirección		
Realizar engrase de ratches y levas del sistema de frenos		
Realizar engrase de rodamiento y articulaciones del embrague		
Realizar engrase de sistema vigas Tandem (Suspensión trasera)		
Inspección visual del estado de soportes del motor, caja y servotransmisión		
Dirección		
Inspección visual por fugas a bomba de dirección		
Con varilla medidora, verificar nivel de aceite del sistema de dirección		
Cambio de aceite y filtro del sistema de dirección		
Frenos		
Inspección visual al resorte de la cámara de parqueo		
Tomar medición del espesor de las bandas de freno de todas las ruedas (Mín. 1/4 de pulgada)		
Llantas		
Con herramienta de medición de profundidad de labrado, realizar revisión e inventario de llantas		
Motor		
Inspección visual del estado general de las poleas		
Realizar el cambio de los filtros primario y secundario de la línea de combustible		
Cambiar filtro refrigerante		
Inspeccionar color y condición del líquido refrigerante, cambiar si es necesario		
Realizar el cambio de aceite del motor		
Realizar cambio del filtro aceite motor		
Usando la herramienta Inside, tomar datos de condición del motor para su análisis		
Inspección visual de tuberías, mangueras y abrazaderas o racores del sistema de combustible		
Realizar el cambio del filtro de aire		
Inspección visual del panel del radiador		
Con compresímetro, realizar prueba al motor diesel, a partir de que el motor alcanza las 16,000 Hrs.		

Anexo 10. Gamas con análisis PMO propuestos-Matriz QFD

INSPECCION EN PARO PLANTA DE CONCRETO		
PLANTA DOSIFICADORA CON TOLVA ALIMENTACION TIPO REX-ODISA		
MIERCOLES - OPERADOR		
PLANTA: _____		Versión: 04 Fecha Aprobación: 5 Ene-2009
Actividades	✓ / ✗	ANOTACIONES
Báscula agregados		
Inspección visual de celdas de carga y conexiones		
Inspección visual de soportes de la báscula		
Verificar movimiento libre de la báscula		
Báscula cemento		
Inspección visual de celdas de carga y conexiones		
Inspección visual de soportes de la báscula		
Verificar movimiento libre de la báscula		
Compresor Alta		
Realizar el vaciado del condensado del tanque de almacenamiento		
Verificar nivel de lubricante		
Inspección visual del estado de las correas		
Realizar prueba funcional de la correcta operación de la válvula de seguridad		
Compresor Baja		
Verificar nivel de lubricante		
Inspección visual del estado de las correas		
Realizar prueba funcional de la correcta operación de la válvula de seguridad		
Dosificador aditivo 1		
Inspección visual del correcto sellado de la tapa del tanque		
Lavar bomba de recirculación de aditivo en el tanque		
Lavar el contador volumétrico (cuentalitros)		
Lavar filtros canasta de la línea de dosificación y de la de recirculación		
Lavar vaso báscula		
Lavar vaso de verificación		
Realizar prueba funcional de válvulas de control y cierre rápido de los aditivos		
Dosificador aditivo 2		
Inspección visual del correcto sellado de la tapa del tanque		
Lavar bomba de recirculación de aditivo en el tanque		
Lavar el contador volumétrico (cuentalitros)		
Lavar filtros canasta de la línea de dosificación y de la de recirculación		
Lavar vaso báscula		
Lavar vaso de verificación		
Realizar prueba funcional de válvulas de control y cierre rápido de los aditivos		
Tolva alimentación agregados		
Inspección visual de pasadores de horquillas de cilindros neumáticos		
Tolva almacenamiento agregados		
Inspección visual de pasadores de horquillas de cilindros neumáticos		

Anexo 10. Gamas con análisis PMO propuestos-Matriz QFD

INSPECCION EN MARCHA PLANTA D PLANTA DOSIFICADORA CON TOLVA ALIMENT MIERCOLES - TMO	
PLANTA: _____	
Actividades	✓ / ✗
Bomba 1	
Inspección visual por fugas de la cámara de lubricación	
Bomba 2	
Inspección visual por fugas de la cámara de lubricación	
Bomba 3	
Inspección visual por fugas de la cámara de lubricación	
Sistema neumático	
Verificar correcto drenaje del condensado del filtro separador	
Verificar nivel de aceite del vaso lubricador, llenar si es necesario. Ajustar goteo de aceite para duración de 1 semana	
Tornillo Sinfín pesaje cemento 1	
Engrasar bujes de soportes intermedios	
Engrasar rodamientos de los extremos del sinfín	
Inspección visual del estado de soportes y estructura del tornillo sin fin	
Inspección visual por fugas de aceite en el reductor	
Inspección visual por vibraciones anormales	
Registrar corriente del motor sin carga	
Registrar temperatura de motor	
Registrar temperatura del rodamiento superior del eje sinfín	
Registrar temperatura del reductor	
Tornillo Sinfín pesaje cemento 2	
Engrasar bujes de soportes intermedios	
Engrasar rodamientos de los extremos del sinfín	
Tornillo Sinfín pesaje cemento 3	
Engrasar bujes de soportes intermedios	
Engrasar rodamientos de los extremos del sinfín	
Tornillo Sinfín pesaje cemento 4	
Engrasar bujes de soportes intermedios	
Engrasar rodamientos de los extremos del sinfín	
Banda descargue a mixer	
Inspección visual por fugas de aceite en el reductor	
Inspección visual, auditiva y táctil por vibraciones o ruidos anormales motor-reductor	
Registrar corriente del motor sin carga	
Registrar temperatura de motor	
Registrar temperatura del reductor	
Registrar temperatura rodamientos tambor de cola	
Registrar temperatura rodamientos tambor motriz	

Anexo 10. Gamas con análisis PMO propuestos-Matriz QFD

INSPECCION EN PARO PLANTA DE CONCRETO PLANTA DOSIFICADORA CON TOLVA ALIMENTACION TIPO REX-ODISA MIERCOLES - TMO		
PLANTA: _____		Versión: 04 Fecha Aprobación: 5 Ene-2009
Actividades	✓ / ✗	ANOTACIONES
Banda descargue a mixer		
Engrasar rodamientos del tambor de cola		
Engrasar rodamientos del tambor motriz		
Inspección visual de estaciones de rodillos, libre giro de los rodillos, desgaste de los rodillos, presencia de material adherido en los rodillos, y correcta instalación en la base de los rodillos		
Inspección visual de la condición de la banda (banda debe estar prendida)		
Inspección visual de la fijación de las bases de los rodillos		
Inspección visual de la fijación de los tornillos de las chumaceras, estado general de las chumaceras y estado general de los sellos de los rodamientos - Tambor de cola		
Inspección visual de la fijación de los tornillos de las chumaceras, estado general de las chumaceras y estado general de los sellos de los rodamientos - Tambor motriz		
Inspección visual del estado de los guardapolvos, guarderas o encausadores		
Inspección visual del estado del recubrimiento del tambor motriz		
Dosificador aditivo 3		
Inspección visual de mangueras y tuberías de aditivos por fugas y cristalización de materiales		
Inspección visual de racores y uniones de la conducción de aditivos		
Dosificador aditivo 4		
Inspección visual de mangueras y tuberías de aditivos por fugas y cristalización de materiales		
Inspección visual de racores y uniones de la conducción de aditivos		
Compresor Alta		
Realizar soplado e inspección visual del filtro de aire		

ANEXO 11

Anexo 11. Benchmarking NRMCA-Perfil de Funcionalidad

Company Size Analysis							
Income Statement, Percentage of Sales	Under 100,000 Cubic Yds.	100,000 to 299,999 Cubic Yds.	300,000 to 500,000 Cubic Yds.	Over 500,000 Cubic Yds.	Typical NRMCA Member	Lowest Quartile	Upper Quartile
1 Sales Mix, Percentage of Sales							
2 Ready mixed concrete	91.7	94.2	92.4	90.6	91.4	93.3	84.7
3 Fibers, super plasticizers, colors, etc.	3.6	2.5	2.4	6.0	5.0	4.0	10.9
4 Sand, gravel, cement, misc. yard sales, etc.	2.1	1.7	2.3	1.7	1.8	1.6	1.8
5 Waiting time, min. load chrgs., etc.	2.4	1.3	1.7	1.0	1.1	0.7	1.5
6 Fuel surcharge, environmental, etc.	0.9	0.9	1.9	1.2	1.2	0.7	1.7
7 Discounts, allowances and returns	(0.8)	(0.6)	(0.6)	(0.4)	(0.5)	(0.3)	(0.6)
8 Total Net Sales	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
9 Material Costs (including freight)							
10 Cement	24.0	24.1	24.2	25.0	24.7	24.4	24.7
11 Fly ash	2.0	1.5	2.1	2.4	2.2	2.1	2.6
12 Slag	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	1.1
13 Chemical admixtures	1.6	1.8	2.0	1.6	1.7	1.5	1.8
14 Mechanical admixtures (fibers, etc.)	0.6	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3
15 Coloring	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
16 Fine aggregates	8.7	8.6	10.0	10.2	9.9	9.1	11.4
17 Coarse aggregates	11.9	12.4	12.9	14.7	14.1	15.8	11.5
18 Water	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
19 Miscellaneous material costs	0.8	1.0	1.3	0.6	0.8	0.5	0.6
20 Total Material Costs (including freight)	50.8	51.0	54.2	55.9	54.9	54.8	54.2
21 Plant							
22 Plant/Yard wages (hourly only - regular and overtime)	2.5	2.1	1.8	2.0	2.0	1.9	1.8
23 Fringes (FICA, Workers' Comp., health ins., p.r taxes, etc.)	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.6
24 Repairs & maintenance (parts, etc. for plant/yard equip.)	1.2	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0
25 Repairs & maintenance (labor and fringes)	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.8	0.5
26 Power (electric, gas, diesel, etc.)	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
27 Waste concrete cleanup	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
28 All other plant expenses (loader fuel, etc.)	1.1	0.9	1.0	0.4	0.6	0.5	0.6
29 Total Plant Costs	7.4	6.6	6.4	6.2	6.2	6.3	5.7
30 Delivery							
31 Driver wages (for all on-duty time)	8.4	8.3	8.0	8.2	8.2	8.6	7.6
32 Fringes (FICA, Worker's Comp., health ins., etc.)	3.8	4.0	3.8	3.7	3.7	4.2	2.8
33 Repairs & maintenance (parts, etc. for truck mixers)	1.7	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5	1.4
34 Repairs & maintenance (labor and fringes)	1.6	1.6	1.3	1.2	1.3	1.5	1.2
35 Fuel expenses (gas, diesel & oil for all truck mixers)	3.1	3.1	2.6	2.7	2.7	3.1	2.6
36 Tires (labor, repairs & replacement costs)	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2
37 All other delivery expenses	0.6	0.7	0.8	0.3	0.4	0.3	0.5
38 Total Delivery Costs	19.5	19.6	18.4	17.7	18.1	19.6	16.3

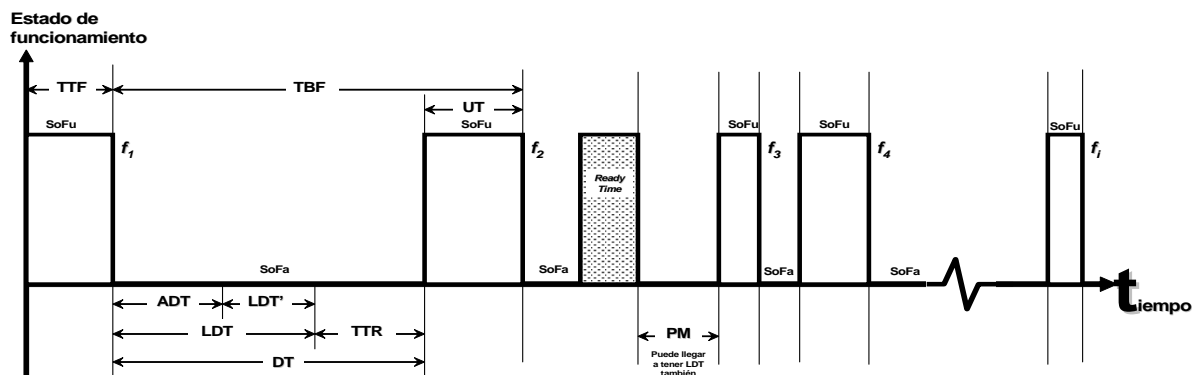
Company Size Analysis							
Income Statement, Percentage of Sales	Under 100,000 Cubic Yds.	100,000 to 299,999 Cubic Yds.	300,000 to 500,000 Cubic Yds.	Over 500,000 Cubic Yds.	Typical NRMCA Member	Lowest Quartile	Upper Quartile
39 Variable Costs (Material+Plant+Delivery)	77.8	77.2	78.9	79.8	79.2	80.7	76.2
40 Marginal Contribution	22.2	22.8	21.1	20.2	20.8	19.3	23.8
41 Direct Fixed Costs - Plant							
42 Depreciation	3.0	2.0	2.3	2.8	2.6	3.4	1.8
43 Plant & support equipment leases	0.6	0.4	0.6	0.4	0.4	0.5	0.3
44 Insurance on plant, yard and rental equipment	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
45 Real Estate taxes	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5
46 Quality Control (including salaries, fringes & lab expenses)	0.6	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0
47 Environmental expense and services	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
48 Info tech (hardware & software, maint. contracts for batching, etc.)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
49 Superintendent wages (or other plant wages not included above)	1.4	1.0	1.2	1.8	1.6	2.2	1.5
50 Other direct plant expenses	0.5	0.6	0.8	1.1	1.0	1.0	1.5
51 Total Direct Fixed Costs - Plant	7.2	5.7	6.7	8.1	7.6	9.3	6.8
52 Direct Fixed Costs - Delivery							
53 Depreciation	4.2	3.7	3.0	3.2	3.2	3.9	2.5
54 Truck equipment leases	0.3	0.4	0.6	0.9	0.8	1.4	0.4
55 Dispatch salaries (including fringes)	1.2	1.3	1.0	1.1	1.1	1.4	0.9
56 Fleet insurance (all mobile delivery equipment)	1.1	0.7	0.6	0.6	0.7	1.0	0.4
57 Vehicle registration, highway use & personal property taxes	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.5
58 Info tech (hardware/software maintenance, truck tracking, etc.)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
59 Delivery superintendent wages (or oth deliv wages not incl above)	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.6
60 Other direct delivery expenses	0.2	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.1
61 Total Direct Fixed Costs - Delivery	8.0	7.4	6.4	7.1	7.2	9.2	5.5
62 Total Direct Fixed Costs	15.2	13.1	13.1	15.2	14.8	18.6	12.3
63 Operating Profit(Loss)	7.0	9.7	7.9	5.0	6.1	0.7	11.5
64 Selling Expenses							
65 Sales salaries (including commissions and bonuses)	1.7	1.4	1.2	1.3	1.3	1.7	1.0
66 Fringes	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.3
67 Auto expenses, travel & entertainment	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3
68 Advertising, marketing & promotional expenses	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
69 All other sales-related expenses	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
70 Total Selling Expenses	2.9	2.6	2.1	2.2	2.2	2.9	1.8

Anexo 11. Benchmarking NRMCA-Perfil de Funcionalidad

Company Size Analysis								
	Under 100,000 Cubic Yds.	100,000 to 299,999 Cubic Yds.	300,000 to 500,000 Cubic Yds.	Over 500,000 Cubic Yds.	Typical NRMCA Member	Lowest Quartile	Upper Quartile	
Company Size Analysis								
1	48	64	27	50	189	47	47	
2	2,663,992	11,459,756	9,944,680	59,584,226	\$3,652,654	\$16,864,456	\$20,235,646	
3	\$4,912,361	\$16,182,796	\$34,148,444	\$102,917,749	\$38,832,739	\$31,603,401	\$36,379,730	
4 PROFIT MODEL RATIOS								
5	(4.7)	(0.9)	(2.5)	(3.7)	(3.1)	(11.0)	4.3	
6	0.9	1.3	1.0	0.8	0.9	1.1	1.5	
7	(4.0)	(1.3)	(2.7)	(3.2)	(3.0)	(12.3)	6.4	
8	1.5	1.5	1.8	1.5	1.5	1.5	1.2	
9	(5.8)	(2.0)	(4.8)	(4.7)	(4.5)	(18.6)	8.0	
10 Percentage Allocation of Cubic Yardage								
11	37.3	46.5	42.5	44.9	43.2	42.5	43.8	
12	41.7	26.2	26.2	25.5	29.9	29.0	32.4	
13	2.5	2.8	2.8	3.3	2.9	3.1	3.8	
14	6.9	9.2	10.4	10.8	9.2	8.9	8.7	
15	9.9	13.0	15.9	13.8	12.9	14.1	10.0	
16	1.7	2.4	2.2	1.7	2.0	2.4	1.4	
17	Total Cubic Yardage	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
18 Percentage Allocation of Potable vs. Reclaimed Water								
19	95.1	86.9	83.8	77.9	86.2	88.4	91.3	
20	4.9	13.1	16.3	22.1	13.8	11.6	8.7	
21	Total Water Used	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
22 Percentage Allocation of Power from Alternative Energy Sources								
23	-	-	-	-	-	-	-	
24	-	1.0	-	-	0.4	1.4	-	
25	-	14.4	0.3	2.0	6.7	2.0	2.4	
26	100.0	84.6	99.7	98.0	92.9	96.6	97.6	
27	Total Power from Alternative Energy Sources	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
28	Percentage Biofuels Used	0.0%	3.2%	0.0%	0.1%	1.1%	2.1%	0.0%
29 Percentage Allocation of Dollars Invested in Fixed Assets								
30	25.5	44.4	21.1	18.7	22.6	36.4	16.1	
31	32.7	38.9	49.9	66.8	56.4	50.8	71.0	
32	1.6	4.0	0.4	2.2	1.8	5.1	1.4	
33	40.2	12.7	28.6	12.3	19.2	7.7	11.5	
34	Total Additions to Fixed Assets	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Company Size Analysis								
	Under 100,000 Cubic Yds.	100,000 to 299,999 Cubic Yds.	300,000 to 500,000 Cubic Yds.	Over 500,000 Cubic Yds.	Typical NRMCA Member	Lowest Quartile	Upper Quartile	
Percentage of Total Assets								
1 BALANCE SHEET								
2 Assets								
3	10.9	11.8	5.5	1.4	3.2	3.9	5.5	
4	13.0	16.2	12.5	10.1	11.0	13.2	19.6	
5	3.3	4.1	3.5	1.8	2.3	3.2	3.0	
6	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	
7	2.2	0.6	0.4	0.2	0.3	0.5	0.5	
8	4.0	4.9	7.2	6.0	6.0	2.5	7.3	
9	Total Current Assets	33.6	37.9	29.4	19.8	23.0	36.4	
10	59.0	48.5	59.4	37.8	41.6	46.2	52.5	
11	7.4	13.6	11.2	42.4	35.4	30.2	11.1	
12	Total Assets	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
13 Liabilities and Net Worth								
14	6.5	6.7	5.0	5.4	5.5	8.3	7.8	
15	0.9	2.2	0.9	0.5	0.7	1.4	0.1	
16	2.6	2.6	3.3	0.6	1.2	2.5	0.7	
17	3.7	3.6	4.6	4.3	4.2	7.5	4.2	
18	Total Current Liabilities	13.7	15.0	13.8	10.9	11.6	12.8	
19	4.9	6.9	4.3	14.6	12.4	5.7	4.5	
20	13.7	12.3	25.9	5.8	8.8	8.4	2.5	
21	67.7	65.8	56.1	68.7	67.2	66.2	80.1	
22	Total Liabilities & Net Worth	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
23 FINANCIAL RATIOS								
24	2.4	2.5	2.1	1.8	2.0	1.2	2.8	
25	0.8	0.8	0.4	0.1	0.3	0.2	0.4	
26	55.0	38.3	33.4	43.1	41.2	49.4	34.9	
27	0.5	0.5	0.8	0.5	0.5	0.5	0.2	
28	(3.3)	(0.4)	(1.2)	(2.9)	(2.5)	(11.7)	6.9	
29	(5.3)	(0.5)	(0.8)	(9.6)	(5.0)	(18.3)	15.0	
30	66.9	52.5	49.0	50.7	51.1	46.3	53.6	
31	7.5	12.8	13.1	19.9	16.9	15.4	20.5	
32	48.8	28.6	27.9	18.3	21.6	23.7	17.8	

Anexo 11. Benchmarking NRMCA-Perfil de Funcionalidad

PERFIL FUNCIONALIDAD



Donde

TTF = Time To Failure = Tiempo hasta Fallar (se usa en equipos que solo fallan una vez, no reparables)

f_i = Falla i -ésima

m = número de fallas ocurridas en el tiempo que se revisa, desde f_1 hasta f_i

TTR = Time To Repair = Tiempo que demora la reparación neta, sin incluir demoras ni tiempos logísticos, ni tiempos invertidos en suministros de repuestos o recursos humanos

MTTR = Mean Time To Repair = Tiempo Medio para Reparar = $\Sigma TTR / m$

TBF = Time Between Failures = Tiempo entre Fallas

MTBF = Mean Time Between Failures = Tiempo Medio entre Fallas = $\Sigma TBF / m$

UT = Up Time = Tiempo Útil en el que equipo funciona correctamente.

MUT = Mean Up Time = Tiempo Medio de Funcionamiento entre Fallas = $\Sigma UT / m$

DT = Down Time = Tiempo no operativo

MDT = Mean Down Time = Tiempo Medio de Indisponibilidad o no funcionamiento entre Fallas = $\Sigma DT / m$

ADT = Administrative Delay Time = retrasos administrativos exógenos a la actividad propia de reparación, diferentes al tiempo activo neto de la reparación; ejemplos de estos son: suministro de personal especializado, entrenamiento de recursos humanos requeridos para esa reparación, revisión de manuales de mantenimiento u operación, localización de herramientas, cumplimiento de procesos y/o procedimientos internos, etc.

LDT' = Logistics Delay Time = retrasos logísticos la obtención de insumos para la reparación, en los procesos de mantenimiento o de producción, en los tiempos de suministros, etc. como por ejemplo el tiempo requerido para transporte de repuestos, o el tiempo que hay que esperar a que se construya un repuesto especial por parte de los fabricantes, etc.

LDT = ADT + LDT' = Logistic Down Time = Tiempo total logístico que demora la acción propia de reparación o mantenimiento. Son todos los tiempos exógenos al equipo que retrasan el tiempo activo

MLDT = Mean Logistics Down Time = Tiempo Medio de Tiempos Logísticos

SoFa = State of Failure = Estado de Falla, el equipo no funciona correctamente

SoFu = State of Functioning = Estado de Funcionamiento correcto

PM = Planned Maintenances = Mantenimientos Planeados, pueden ser preventivos o predictivos.

Ready Time = Tiempo de Alistamiento = el equipo o sistema está disponible, opera pero no produce, no está en carga operativa

ANEXO 12

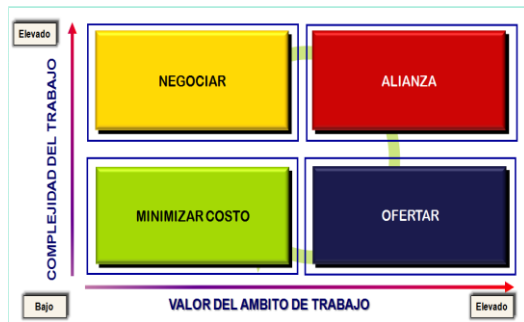
Anexo 12. Estrategia Compra de Repuestos y Servicios

ESTRATEGIA COMPRA REPUESTOS Y SERVICIOS-ECRS

REGISTRO RESPUESTA COTIZACIÓN SERVICIOS NACIONAL						
TIPO DE SERVICIO	SISTEMA	ACTIVIDADES	CRITICIDAD DEL SERVICIO RC	CRITICIDAD DEL SERVICIO RN	CRITICIDAD DEL SERVICIO RNO	CRITICIDAD DEL SERVICIO RSO
INSPECCIONAR	SISTEMA BOMBEO	INSP SISTEMA BOMBEO	CRITICO	CUELLO DE BOTELLA	CUELLO DE BOTELLA	CUELLO DE BOTELLA
INSPECCIONAR	SISTEMA BOMBEO	INSP RODUCTO DE VALVULAS BOMBEO	CRITICO	CUELLO DE BOTELLA	CRITICO	CUELLO DE BOTELLA
INSPECCIONAR	SISTEMA BOMBEO	INSP VALVULA BLOQUEO	RUTINARIO	RUTINARIO	CRITICO	RUTINARIO
INSPECCIONAR	SISTEMA BOMBEO	INSP CAMISAS DE TRANSPORTE	RUTINARIO	CUELLO DE BOTELLA	ESPECIAL	RUTINARIO
INSPECCIONAR	SISTEMA BOMBEO	INSP CORREDEFERAS	CUELLO DE BOTELLA	CUELLO DE BOTELLA	CUELLO DE BOTELLA	CUELLO DE BOTELLA
CAMBIAR	SISTEMA BOMBEO	CAM ALETAS MOLINETE	RUTINARIO	RUTINARIO	RUTINARIO	RUTINARIO
CAMBIAR	SISTEMA BOMBEO	CAM BUJES CILINDRO ROCK	CRITICO	ESPECIAL	RUTINARIO	ESPECIAL
CAMBIAR	SISTEMA BOMBEO	CAM CAMISA DE TRANSPORTE	CUELLO DE BOTELLA	CRITICO	CRITICO	ESPECIAL
CAMBIAR	SISTEMA BOMBEO	CAM CILINDRO BUZO	CUELLO DE BOTELLA	NA	NA	NA
CAMBIAR	SISTEMA BOMBEO	CAM CORREDEFERAS TOIVA	CUELLO DE BOTELLA	CUELLO DE BOTELLA	CUELLO DE BOTELLA	CUELLO DE BOTELLA
CAMBIAR	SISTEMA BOMBEO	CAM JUNTAS CALIBRADAS	CUELLO DE BOTELLA	CUELLO DE BOTELLA	CUELLO DE BOTELLA	ESPECIAL
CAMBIAR	SISTEMA BOMBEO	CAM MOLINETE	CRITICO	CRITICO	CRITICO	CRITICO
CAMBIAR	SISTEMA BOMBEO	CAM PIEZAS DE DESGASTE (TORNAS)	CUELLO DE BOTELLA	RUTINARIO	RUTINARIO	RUTINARIO
CAMBIAR	SISTEMA BOMBEO	CAM EMPUJOS DE EMPUJE	CUELLO DE BOTELLA	CUELLO DE BOTELLA	RUTINARIO	CUELLO DE BOTELLA
REPARAR	SISTEMA BOMBEO	CAM PLACA DE GASA	ESPECIAL	ESPECIAL	RUTINARIO	CRITICO
CAMBIAR	SISTEMA BOMBEO	CAM LLUNETA DE REVESTIMIENTO	CUELLO DE BOTELLA	RUTINARIO	RUTINARIO	RUTINARIO
CAMBIAR	SISTEMA BOMBEO	CAM ANILLO DE CORTE	RUTINARIO	CRITICO	RUTINARIO	RUTINARIO
CAMBIAR	SISTEMA BOMBEO	CAM JUNTA RIÑON	ESPECIAL	CUELLO DE BOTELLA	IGUAL SERVICIO AL DE ARRIBA	CUELLO DE BOTELLA
CAMBIAR	SISTEMA BOMBEO	CAM SELLOS TUBO DE TRANSPORTE	ESPECIAL	ESPECIAL	ESPECIAL	CUELLO DE BOTELLA
CAMBIAR	SISTEMA BOMBEO	CAM TARROS LUBRICANTES	ESPECIAL	RUTINARIO	RUTINARIO	RUTINARIO
CAMBIAR	SISTEMA BOMBEO	CAM TRANSFER	CRITICO	CRITICO	CRITICO	CRITICO
REPARAR	SISTEMA BOMBEO	REP SISTEMA BOMBEO	CRITICO	CRITICO	CRITICO	CRITICO
REPARAR	SISTEMA BOMBEO	REP RIFA DE CAMBIO	CUELLO DE BOTELLA	ESPECIAL	ESPECIAL	CRITICO
REPARAR	SISTEMA BOMBEO	REP EJE MOLINETE	ESPECIAL	ESPECIAL	RUTINARIO	ESPECIAL

Lista de Bienes y Servicios a Contratar

PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO	GRUA	EQUIPOS AUXILIARES	MOTORES DIESEL	TORRES	Otros
Mecánico					
Mecánico - Reparaciones especiales					
Mecánico - Contratos Especiales					
Mecánico - Construcciones metálicas					
Mecánico - Lubricación					
Eléctrico - Rebobinado motores					



Tipo de Estrategia para Contratar



Criticidad del Contrato