

**ESTRUCTURACION PROGRAMA DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO Y
CONFIABILIDAD DE ACTIVOS CAMPOS-ASOCIACION NARE EN
MANSAROVAR ENERGY COLOMBIA LTDA**

**JESUS FRANCISCO RAMIREZ HERNANDEZ
JOSE MILLER ROA ACUNA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2013

**ESTRUCTURACION PROGRAMA DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO Y
CONFIABILIDAD DE ACTIVOS CAMPOS-ASOCIACION NARE EN
MANSAROVAR ENERGY COLOMBIA LTDA**

**JESUS FRANCISCO RAMIREZ HERNANDEZ
JOSE MILLER ROA ACUNA**

**Monografía de Grado para optar el título de
“Especialista en Gerencia de Mantenimiento”**

**Director
PEDRO DARIO NOVOA
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2013

*“Podemos ignorar el cambio
Arriesgándonos a que los acontecimientos
Controlen nuestro destino, o podemos
Liderarlo, lo cual constituirá nuestra llave
Para el éxito futuro “.*

Anónimo.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento más especial a mi esposa Johana y mis dos hijas María José y Laura Gabriela, las cuales me brindaron su apoyo y comprensión para realizar esta especialización.

Jose Miller Roa Acuña

Mi sentimiento de agradecimiento va para la mujer más especial de mi vida, mi madre quien a través de su dedicado amor ha permitido llegar a esta etapa; a mi padre quien me inculco el valor del trabajo. De igual manera agradezco a Mecánicos Asociados por el apoyo dado para la realización de esta especialización.

Jesus Francisco Ramirez Hernandez

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	26
1. OBJETIVO	29
1.1 OBJETIVO GENERAL	29
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	29
2. GESTION DE ACTIVOS	30
2.1 ANTECEDENTES	30
2.2 SITUACION ACTUAL	31
3. EVALUACION GESTION DE ACTIVOS	39
3.1 METODOLOGIA	39
3.1.1 Aspecto Estratégico	40
3.1.2 Aspecto Analítico	40
3.1.3 Aspecto Administrativo	41
3.1.4 Aspecto Técnico	41
3.1.5 Administración y organización	51
3.1.6 Planeación y programación	51
3.1.7 Técnicas de mantenimiento	51
3.1.8 Medidas de desempeño	52
3.1.9 Tecnología de la información	52
3.1.10 Equipos de mejoramiento continuo	52
3.1.11 Análisis de confiabilidad	52
3.1.12 Análisis de procesos	52
3.1.13 Información sobre infraestructura e instalaciones	53

4. PLAN DE MEJORAMIENTO	54
4.1 ESTRATEGIA CORPORATIVA-ADMINISTRACIÓN Y ORGANIZACIÓN (P)	56
4.2 PLANEACIÓN & PROGRAMACION-TECNICAS DE MANTENIMIENTO (H)	58
4.3 MEDIDAS DE DESEMPEÑO- TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN (V)	59
4.4 EQUIPOS DE MEJORAMIENTO CONTINUO	60
4.5 ANÁLISIS DE PROCESOS – INFORMACIÓN SOBRE INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES	61
5. GESTION DE PLANEACION Y PROGRAMACION	64
5.1 PROCESO DE PLANEACION	64
5.1.1 Metodología para el proceso de planeación y programación.	66
5.1.2 Criterios para la administración de las actividades.	72
5.1.3 Estrategia de mantenimiento como fuente de trabajo	73
5.1.3.1 Mantenimiento Correctivo (MCRU, MCRP)	73
5.1.3.2 Mantenimiento preventivo o basado en tiempo (MPVP, MPVC)	74
5.1.3.3 Mantenimiento Predictivo o basado en condición (MPDM)	75
5.1.3.4 Mantenimiento Mejorativo (MOVH, PRY)	76
5.1.3.5 Solicitud de trabajo	77
5.1.3.6 Priorización de la solicitud de trabajo	78
5.2 PROGRAMACION DE ACTIVIDADES	82
5.3 EJECUCION	84
5.3.1 Documentación	85
5.3.2 Cierre de OT`s	86
5.3.3 Captura de indicadores	86
6. PROCESO DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN DE CONFIABILIDAD (RIM)	88
6.1 INFORMACION DE MANTENIMIENTO	91
6.1.1 Jerarquización de Activos	91
6.1.2 Criticidad de activos	103
6.1.2.1 Flujo grama análisis de criticidad	104
6.1.2.2 Definición de criterios de evaluación de consecuencias	105

6.2 INFORMACION DE CONFIABILIDAD	113
6.2.1 Modos y causas de falla	113
6.2.2 Tiempo de parada	117
6.3 FLUJO DEL PROCESO RIM	119
6.3.1 Roles y responsabilidades	119
6.3.2 Descripción y Desarrollo del Proceso RIM	123
6.3.2.1 Validación de la información	123
6.3.2.2 Aprobación de la información registrada	123
6.3.2.3 Análisis de información, identificación y priorización de problemas	123
6.3.2.4 Cálculo de indicadores de confiabilidad	123
6.3.2.5 Análisis Pareto (Priorización)	126
6.3.3 Selección del método de análisis de confiabilidad	127
6.3.3.1 Diagnóstico del problema	127
6.3.3.2 Definición del método de análisis	127
6.3.3.3 Ejecucion del analisis de confiabilidad	128
6.3.3.4 Generación de soluciones	129
6.3.3.5 Reporte de análisis de confiabilidad	130
6.4 REVISION PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO	131
7. PROCESO RCA	139
7.1 DEFINICIONES	139
7.2 CONDICIONES GENERALES	141
7.3 RESPONSABILIDADES PROCESO RCA	142
7.3.1 Usuario	142
7.3.2 Interventor - Supervisor de area	142
7.3.3 Responsable RCA	143
7.3.4 Facilitador RCA	144
7.3.5 Líder del proceso de la compañía	145
7.3.6 Equipo RCA	145
7.3.7 Comité gerencial aseguramiento del proceso (CGAP)	146

7.4 FLUJO DEL PROCESO RCA	147
7.5 DESCRIPCION DEL PROCESO	147
7.5.1 Responder al incidente y conservar la evidencia	147
7.5.2 Recopilación de evidencias	148
7.5.3 Elaboración del reporte preliminar de eventos	149
7.5.4 Aprobación del reporte preliminar de eventos	150
7.5.5 Clasificación del potencial de evento	150
7.5.6 Selección del equipo RCA.	151
7.5.7 Elaboración del informe de evento nivel 1	153
7.5.8 Aprobación del informe de evento nivel 1	153
7.5.9 Ejecución análisis causa raíz – RCA	153
7.5.10 Análisis de evidencias RCA	154
7.5.11 Elaboración del informe RCA	154
7.5.12 Aprobación del reporte RCA	155
7.5.13 Implementación de recomendaciones	157
7.5.14 Seguimiento a implementación de recomendaciones	157
7.5.15 Divulgación de lecciones aprendidas	159
8. RE-ESTRUCTURACION SISTEMA DE INFORMACIÓN-CMMS	161
8.1 RE-ESTRUCTURACION DE TABLAS BASICAS	162
8.1.1 Almacén	162
8.1.2 Cuentas	163
8.1.3 UDM	164
8.1.4 Tipos de inventarios	164
8.1.5 Tipos de órdenes de compra	164
8.1.6 Centros de compras	165
8.1.7 Centros de Costos	165
8.1.8 Departamento	166
8.1.9 Mayor General	167
8.1.10 Empleados	168
8.2 ESTRUCTURACIÓN DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS	168

8.3 RE-ESTRUCTURACIÓN REGISTROS DE EQUIPOS	169
8.3.1 Tipos de equipos	169
8.3.2 Equipos	169
8.4 RE-ESTRUCTURACIÓN REGISTROS TAREAS DE MANTENIMIENTO	173
8.4.1 Tareas de mantenimiento	173
8.4.2 Instrucciones de tarea	175
8.4.3 Clase de Gasto	176
8.4.4 Oficios	176
8.4.5 Códigos de asistencia	177
8.5 ESTRUCTURACION DE ÁRBOL DE FALLAS	178
8.5.1 Razones de falla (Causa) RDF	178
8.5.2 Razones de interrupción (Modos) RDI	178
8.6 COSIDERACIONES FINALES	179
9. CONCLUSIONES	182
BIBLIOGRAFIA	184
ANEXOS	186

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Aspectos claves de gestión	39
Figura 2. Enfoque de la definición de los procesos estrategicos	40
Figura 3. Niveles de desempeño	41
Figura 4. Modelo de Evaluación	42
Figura 5. Aspectos claves de gestión y las areas de trabajo	44
Figura 6. Ciclo PHVA	45
Figura 7. Priorización de actividades Plan de Mejoramiento	55
Figura 8. Estrategia Corporativa - Administración y Organización (P)	56
Figura 9. Modelo de Plan estrategico a largo plazo	57
Figura 10. Planeación y programación - técnicas de mantenimiento (H)	58
Figura 11. Medidas de desempeño - Tecnologia de la Información (V)	59
Figura 12. Equipo de Mejoramiento continuo - Analisis de Confiabilidad (A)	60
Figura 13. Analisis de Procesos - Información sobre Infraestructura	61
Figura 14. Flujo proceso de planeación y programación	68
Figura 15. Flujograma de Estado de Ordenes de Trabajo	69
Figura 16. Actividades básicas proceso de planeación y programación	77
Figura 17. Flujograma priorización solicitudes de trabajo	80
Figura 18. Flujo propuesto de la información de Confiabilidad	90
Figura 19. Mapa de Proceso propuesto	92
Figura 20. Esquema Jerarquico proceso de extracción	93
Figura 21. Esquema Jerarquico Proceso de tratamiento	95
Figura 22. Esquema Jerarquico Inyección agua residual	96
Figura 23. Esquema Jerarquico Proceso de generación de Vapor	97
Figura 24. Esquema jerarquico - Proceso de servicios generales	98
Figura 25. Esquema Jerarquico - Proceso facilidades y apoyo	99
Figura 26. Esquema jerarquico - Almacenamiento y transporte de crudo	100
Figura 27. Esquema Equipos de Emergencia	101

Figura 28. Esquema Perforación & Servicio pozos	102
Figura 29. Esquema Flujograma de Criticidad	105
Figura 30. Esquema Composición tiempo de parada	118
Figura 31. Flujo de Proceso RIM	119
Figura 32. Categorización del mantenimiento	138
Figura 33. Flujo de RCM	147
Figura 34. Caso 1	171
Figura 35. Caso 2	171
Figura 36. Caso 3	172
Figura 37. Piezas de equipos	173
Figura 38. Tareas de mantenimiento	174
Figura 39. Instrucciones de Tarea	175
Figura 40. Razones de falla	178
Figura 41. Razones de Interrupción	179

LISTA DE GRAFICOS

	pág.
Grafica 1. Aspectos de gestión y la Interrelación con el Ciclo PHVA	47
Grafica 2. Resumen resultados- Evaluación aspectos de la gestión – C. Jazmín	49
Grafica 3. Resumen resultados Evaluación aspectos de la gestión Campo Teca	50
Grafica 4. Optimización de la Gestión de mantenimiento Campo Teca	62
Grafica 5. Optimización de la gestión de Mantenimiento Campo Jazmín	63
Grafica 6. Ejemplo Diagrama de Pareto	126
Grafica 7. Resultado grafico PMO proceso generación de vapor	134
Grafica 8. Resultado grafico PMO proceso SIAR	135

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Fortalezas y Debilidades RIM	33
Cuadro 2. Fortalezas y Debilidades RCA	34
Cuadro 3. Fortalezas y Debilidades P&S	34
Cuadro 4. Manejo de MP2	35
Cuadro 5. Identificación de los entregables y el aseguramiento del proceso	46
Cuadro 6. Grupos	48
Cuadro 7. Elementos proceso de planeación y programación	87
Cuadro 8. Niveles de Jerarquización	91
Cuadro 9. Aspectos criticos de Priorización	106
Cuadro 10. Parámetros del aspecto de seguridad Industrial	107
Cuadro 11. Parámetros del aspecto Impactos	108
Cuadro 12. Escala de criticidad	109
Cuadro 13. Criticidad de procesos	110
Cuadro 14. Criticidad de equipo proceso de generación	111
Cuadro 15. Ejemplo de clase y tipo de equipo	112
Cuadro 16. Ejemplo clasificación modos de falla	115
Cuadro 17. Ejemplo clasificación de causas de falla	116
Cuadro 18. Codigos de Almacén	163
Cuadro 19. Código de Cuentas	163
Cuadro 20. Codigo de Unidades de medida	164
Cuadro 21. Código de tipos de Inventario	164
Cuadro 22. Código de tipos de Ordenes de Compra	165
Cuadro 23. Codigos de centros de compra	165
Cuadro 24. Codigos de Centros de Costos	166
Cuadro 25. Códigos de Departamentos	167
Cuadro 26. Código de mayor general	167
Cuadro 27. Tipos de Equipos	169

Cuadro 28. Inventario Actividades registro equipos	170
Cuadro 29. Código tipos de equipos	176
Cuadro 30. Código clase de gastos	176
Cuadro 31. Código Oficios	177
Cuadro 32. Código de Asistencia	177
Cuadro 33. Código razones de Interrupción (Modos)	179

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Formato Solicitud de Trabajo	187
Anexo B. Instructivo Priorización de Actividades	188
Anexo C. Reglamento reunión de planeación y Programación del proximo ciclo	197
Anexo D. Cronologia actividades de planeación y programación	200
Anexo E. Check List de paquetes actividades programadas	201
Anexo F. Indicadores de Gestión	202
Anexo G. Formato Informe Preliminar eventos (RCA)	220
Anexo H. Matriz de priorización de eventos	221
Anexo I. Matriz priorización de Recomendaciones	224
Anexo J. Indicadores de Gestión y Desempeño	225

GLOSARIO

ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ (RCA): proceso estructurado de análisis utilizado en la solución efectiva de problemas.

BACK LOG POR ESPECIALIDAD: medirá la efectividad del mantenimiento planeado respecto al ejecutado. Se realiza mensualmente y se calcula sobre el total de las actividades de mantenimiento desarrolladas en el periodo de medición.

CONFIABILIDAD: capacidad de un equipo o sistema para cumplir ciertas funciones requeridas bajo unas condiciones dadas en un periodo de tiempo establecido.

COSTO DE MANTENIMIENTO POR BARRIL PRODUCIDO: es el costo que se genera por las actividades correspondientes al mantenimiento industrial de las instalaciones de los campos Jazmín y Teca de Mansarovar relacionado con la producción de un Barril. Se determinara como costo de mantenimiento, los costos sobre los cuales tenga influencia la gestión de mantenimiento

COSTO DE MANTENIMIENTO VS COSTO TOTAL DE LA OPERACIÓN: es el costo que se genera por las actividades correspondientes al mantenimiento de las instalaciones de campo relacionado con el costo total de la operación. De igual manera que el anterior, el costo de mantenimiento corresponderá al costo sobre el que tenga influencia la gestión de mantenimiento.

DISPONIBILIDAD: es el porcentaje de tiempo en el cual un equipo está disponible para cumplir las funciones para la cual fue diseñado durante un intervalo de tiempo definido

EVENTO: cualquier suceso o cadena de sucesos que produzca o pueda producir lesiones a las personas, daños a los activos o al medio ambiente, pérdidas de

producción, desviaciones al desempeño operacional y/o financiero del negocio, y deterioro de la imagen corporativa.

ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (FMEA):

MTTF - Tiempo medio para falla: es el promedio de tiempo esperado para que ocurra la primera falla de un equipo

MTTR - Tiempo medio para reparar: es el tiempo promedio para reparar 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.

MTBF -Tiempo medio entre fallas: es el promedio de tiempo que transcurre entre la ocurrencia de fallas en un equipo o sistema. Equivale a la suma del tiempo operativo de la máquina dividido entre el número total de fallas. Aplica únicamente a sistemas reparables.

MODO DE FALLA: es la manera observada de la falla, forma en que se hace evidente.

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO [OT]: documento que se utiliza para asignar el mantenimiento a un equipo, en la que se registra la información de las actividades ejecutadas sobre estos.

PLANEACIÓN: determinar el “qué”, “cómo” y “con qué” un trabajo va a ser ejecutado (elementos requeridos para desarrollar una tarea por adelantado).

PROGRAMACIÓN: determinar “cuándo” un trabajo va a ser ejecutado (lo más cercano posible con la fecha para la cual el trabajo es requerido).

PLANEACIÓN ESTRATÉGICA: es el proceso de formular, implementar y evaluar las decisiones inter-funcionales que permiten a la organización alcanzar sus objetivos.

PLANEACIÓN A LARGO PLAZO: se refiere a la planeación que está ligada a la producción de las y dependiente de la misma.

PLANEACIÓN A MEDIANO PLAZO: se refiere a planes que resultan de revisiones regulares y ajustes de la Planeación de Largo Plazo con todas las partes interesadas de la Organización.

PLANEACIÓN A CORTO PLAZO: conjunto de actividades que a partir de las necesidades diarias del mantenimiento definen el “Qué?”, el “Cómo?”, el “Con qué?” y el “Cuánto cuesta?” cada uno de los trabajos que se requiere ejecutar.

PROCESO DE MANTENIMIENTO: secuencia definida de procedimientos y actividades interrelacionadas, enmarcada en la estructura organizacional de la empresa, en la cual se especifican responsables, funciones, técnicas y demás información necesaria que permita el desarrollo ordenado y eficiente de rutinas de trabajo tendientes a conservar el buen estado y capacidad operativa de las unidades productivas.

PROCEDIMIENTO: cada uno de los conjuntos de actividades que conforman un trabajo, que posee un ordenamiento lógico y permite definir recursos y precauciones para una etapa específica del proceso

PROGRAMA DE TRABAJO: es un conjunto de Actividades donde se relaciona de manera cronológica la secuencia ordenada de la ejecución de las que han sido planeadas, el recurso humano asignado para realizar el trabajo, la fecha en que debe realizarse y el tiempo de duración estimado.

SUB-PROCESO: conjunto de procedimientos en que se subdividen los procesos de mantenimiento que permiten definir en ellos las acciones de planeación, programación, ejecución, control, gestión y evaluación.

SOLICITUD DE TRABAJO: evento generado al tener una condición sub- estándar de un equipo y que requiere ser intervenida, el cual es manifestado por el personal pertinente a la operación y manutención quienes son los que generan la solicitud de Trabajo.

ABREVIATURAS

R&R: contratación por desempeño riesgo recompensa

P&S: proceso de planeación y programación

RIM: reliability Information Management = Administración de Información de Confiabilidad

RCA: análisis de causa raíz

PMO: optimización de mantenimiento planeado

MP2: sistema Computarizado para Administrar el Mantenimiento, donde se administra y gestiona la información de los activos del negocio.

PHVA: planificar, Hacer, Verificar y Actuar

OGM: plan estratégico para la optimización de los procesos de gestión de Mantenimiento

RESUMEN

TITULO: ESTRUCTURACION PROGRAMA DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO Y CONFIABILIDAD DE ACTIVOS CAMPOS-ASOCIACION NARE EN MANSAROVAR ENERGY COLOMBIA LTDA. *

AUTOR: JESUS FRANCISCO RAMIREZ HERNANDEZ
JOSE MILLER ROA ACUNA. **

PALABRAS CLAVES: Gestion, confiabilidad, activos, matriz de excelencia

El presente documento busca establecer un programa de ingeniería de mantenimiento y confiabilidad que permita mejorar la gestión de activos en los campos de la asociación Nare en Mansarovar Energy Colombia con el fin de lograr los compromisos y objetivos establecidos en el contrato de mantenimiento integral de los campos bajo el esquema de riesgo-recompensa basado en confiabilidad (R&R)

Como estrategia, se plantea estructurar el programa de ingeniería de mantenimiento y confiabilidad a partir de los resultados obtenidos de la evaluación de gestión que se llevó a cabo al contrato en los aspectos que definen la matriz de excelencia:

- Estrategia corporativa de gestión de activos
- Administración y organización de los recursos
- Equipos de mejoramiento
- Técnicas de mantenimiento
- Planeación & programación
- Medidas de desempeño
- Análisis de confiabilidad
- Análisis de procesos
- Tecnología de Información y su uso
- Información sobre Infraestructura e instalaciones.

Las actividades de estructuración y aseguramiento del programa de confiabilidad, incluyen los siguientes procesos:

- Optimización del proceso de planeación y programación de trabajos de mantenimiento (P&S).
- Análisis de causa raíz (RCA)
- Gestión de información de confiabilidad y mantenimiento (RIM).
- Optimización del sistema de información de activos del CMMS.

Finalmente el alcance de la estructuración del programa de ingeniería que se define en el presente proyecto de grado no contempla las actividades de implementación y ni el desarrollo de los programas de capacitación del talento humano, necesario para el proceso de implementación

* Proyecto de Grado

** Facultad: Ingenierías fisico-mecánicas. Escuela: Ingeniería mecánica

Director: Pedro Novoa

SUMMARY

TITLE: STRUCTURING ENGINEERING PROGRAM ASSET MAINTENANCE AND RELIABILITY CAMPOS-ENERGY ASSOCIATION MANSAROVAR NARE IN COLOMBIA LTDA. . *

AUTHOR: JESUS FRANCISCO RAMIREZ HERNANDEZ
JOSE MILLER ROA ACUNA. **

KEYWORDS: Management, reliability, active matrix excellence

This paper seeks to establish a program of maintenance and reliability engineering that will improve the management of assets in the fields of Nare in Mansarovar Energy Colombia in order to achieve the commitments and objectives in the comprehensive maintenance contract fields under the risk-reward scheme based on reliability (R & R).

As a strategy, we propose to structure the program of maintenance and reliability engineering from the results of the management evaluation was performed the contract in the defining matrix of excellence:

- Corporate strategy asset management
- Management and organization of resources
- Improvement Teams
- Maintenance Technology
- Planning & scheduling
- Performance Measures
- Reliability Analysis
- Process Analysis
- Information Technology and its use
- Information Infrastructure and facilities

The structuring and underwriting activities of the reliability program, include the following processes:

- Optimization of process planning and scheduling maintenance work (P & S).
- Root Cause Analysis (RCA)
- Reliability Information Management and maintenance (RIM).
- System Optimization CMMS asset information.

Finally, the scope of the engineering program structure that is defined in the present draft does not address the extent and implementation activities and the development of training programs of human talent needed for the implementation process.

* Proyecto de Grado

** Facultad: Ingenierias fisico-mecanicas. Escuela: Ingenieria mecanica
Director: Pedro Novoa

INTRODUCCION

Actualmente, La gestión del mantenimiento ha sufrido cambios en su enfoque dejando de ser una actividad de reacondicionamiento o sustitución cíclica debido a los impactos económicos relacionados con paros imprevistos y/o sobre costos por ejecución o indisponibilidad productiva de los activos, convirtiendo la actividad de ingeniería de mantenimiento y confiabilidad en un factor estratégico de oportunidad que se debe tenerse en cuenta para lograr los objetivos corporativos de las unidades de negocio.

La mayoría de las organizaciones industriales enfocan sus esfuerzos en la eliminación de defectos y la investigación de incidentes relacionados con la confiabilidad. La experiencia y las observaciones hechas a diferentes tipos de industria han permitido llegar a la conclusión de que estos procesos son importantes, pero desafortunadamente son pobremente ejecutados y fragmentados.

Teniendo en cuenta lo anterior y el hecho de que en la actualidad, el contrato de servicio de mantenimiento que presta Mecánicos Asociados a Mansarovar Energy Colombia LTD no cuenta con información que permita saber el estado actual de la organización desde el punto de vista de gestión y los logros alcanzados dentro de la modalidad de contratación R&R; se hace necesario en primera instancia, la evaluación de la gestión de mantenimiento bajo los criterios establecidos en la matriz de excelencia del mantenimiento, la cual es una de las herramientas más utilizadas a nivel mundial que muestra de manera gráfica o cuantitativa el estado de las organizaciones de mantenimiento. Los resultados servirán de base para direccionar la estructuración del programa de ingeniería de mantenimiento y confiabilidad con el fin de obtener los siguientes beneficios a mediano plazo:

- Optimización de los costos operacionales mediante la implementación de un programa efectivo de mantenimiento, la disminución de la tasa de fallas de equipos y el incremento de la productividad del personal.
- Incremento de la productividad de los equipos mediante la disminución de tiempos de parada relacionados con eventos operacionales y de mantenimiento. Factor fundamental dentro de la modalidad de contratación R&R (Riesgo-Recompensa).
- Incremento de la disponibilidad de las instalaciones a través de la optimización de los programas de mantenimiento de activos y reducción de tiempos de paradas no programados.

Para el desarrollo de la estructuración del programa de ingeniería y confiabilidad en el contrato de servicio de mantenimiento, se tendrán en cuenta los siguientes conceptos de ingeniería de Mantenimiento:

- Análisis de causa Raíz (RCA). Proceso de mejoramiento continuo para la determinación de las causas básicas de eventos de fallas recurrentes o esporádicas, que resultan en la definición de soluciones efectivas para la prevención futura de la definición de soluciones efectivas para la prevención futura de las mismas, con el fin de reducir costos a mediano y largo plazo y mejorar los indicadores de seguridad y confiabilidad de los campos.
- Gestión de información de confiabilidad (RIM). Consiste en un proceso de recolección y aseguramiento de calidad de información de confiabilidad y mantenimiento de los equipos críticos. Esta información permitirá a la compañía realizar estudios de confiabilidad y análisis de riesgo para soportar la toma efectiva de decisiones.

- Planeación y programación (P&S). Proceso que permite asegurar la integridad de la gestión de mantenimiento a través de la adecuada planeación, programación, ejecución y control de los trabajos de mantenimiento soportado en un sistema computarizado (CMMS). El CMMS es empleado para documentar la información de los equipos, historia, trabajos de mantenimiento, horas hombre, materiales, compras y almacenamiento de materiales, etc.

1. OBJETIVO

1.1 OBJETIVO GENERAL

Estructurar los procesos básicos de la gestión de mantenimiento, dirigidos al mejoramiento del desempeño de los activos, consolidando un modelo de gestión de mantenimiento basado en las mejores prácticas de planeación, programación y confiabilidad; permitiendo el fortalecimiento de la cultura de la confiabilidad en el contrato de mantenimiento.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar el estado actual de la organización de mantenimiento MASA – Contrato Mansarovar; mediante la ejecución de una evaluación de la gestión, a través de la una comparación cuantitativa del grado de implementación de los diferentes aspectos que contempla la matriz de excelencia de mantenimiento.
- Definir un plan de mejoramiento para ser implementado a mediano y largo plazo, enfocado en alcanzar los estándares de desempeño de mantenimiento dentro de lo mejor en su clase.
- Consolidar un modelo de gestión basado en las mejores prácticas de planeación y programación P&S.
- Estructurar los procesos básicos de la gestión de mantenimiento RIM y RCA, dirigidos al mejoramiento del desempeño de los activos, la optimización de las estrategias de mantenimiento.
- Revisar y re-estructurar el sistema de información CMMS actual de acuerdo con los parámetros definidos en los procesos RCA, RIM y P&S.

2. GESTION DE ACTIVOS

En la actualidad los planes de optimización del mantenimiento se basan en la definición e implementación de las mejores prácticas de gestión de mantenimiento a través de los cuales una compañía maneja de manera óptima sus activos, su desempeño, sus riesgos y costos asociados durante su ciclo de vida.

A través del enfoque actual del contrato se busca alcanzar un modelo de gestión basado en Confiabilidad Operacional que garantice los objetivos y asegure un desempeño líder con cero accidentes, cero daño a la propiedad o al medio ambiente y el cumplimiento de las metas establecidas durante la vigencia del contrato; en un plan de trabajo en marcado en el ciclo PHVA y la continuidad del programa actual de Ingeniería de mantenimiento y Confiabilidad.

2.1 ANTECEDENTES

La línea base para la implementación del programa de gestión de activos es la identificación del estado actual de la organización de mantenimiento, con el fin de definir los logros alcanzados y sus retos a corto y mediano plazo. Esto se realiza mediante la ejecución de una evaluación de la gestión de mantenimiento, utilizando cualquiera de las herramientas disponibles para este propósito.

La evaluación contempla un amplio conjunto de elementos, utilizados para medir la aplicación de las mejores prácticas de gestión, donde se identifican las oportunidades de mejora.

La evaluación se hará con base a la matriz de excelencia de mantenimiento, la cual es una de las herramientas más utilizadas a nivel mundial y muestra el estado de las organizaciones de mantenimiento en diferentes aspectos evaluados.

Esta matriz permite clasificar la organización de mantenimiento en diferentes categorías, dependiendo del nivel de desarrollo en cada una de las áreas evaluadas. Las clasificaciones más comúnmente utilizadas son: mantenimiento reactivo (0 a 10) mantenimiento planeado (10 a 20) mantenimiento proactivo (20 a 60) mantenimiento basado en confiabilidad (60 a 80) mantenimiento clase mundial (80 a 100)

Mediante la medición cuantitativa de esta herramienta, se identifican los aspectos débiles y fuertes de una organización de mantenimiento. De esta manera resulta fácil la definición de planes de mejoramiento a corto, mediano y largo plazo con el fin de alcanzar un mejor escalafonamiento, buscando posicionarse como una organización de mantenimiento “basado en confiabilidad” o “clase mundial”, según sean los objetivos corporativos trazados. El hecho de estar clasificado en una de estas dos categorías implica que se han alcanzado altos niveles de desempeño, mediante la implementación de las mejores prácticas en el área de mantenimiento y confiabilidad.

Durante la ejecución de una evaluación de mantenimiento es necesario sustentar con evidencia las valoraciones dadas en cada uno de los aspectos evaluados. Esto garantizará una mayor precisión en el diagnóstico y definición adecuada de los planes de mejoramiento. Estos planes consisten en acciones y actividades estructuradas, definidas en el tiempo, con el fin de mejorar los niveles actuales de desempeño en cada una de las áreas evaluadas.

2.2 SITUACION ACTUAL

El contrato integral de mantenimiento opera bajo un modelo de responsabilidad y administración mixta, en donde no se observa claramente herramientas para realizar la gestión integral por parte del contratista. En la actualidad la gestión presenta dualidades en cuanto a la toma de decisiones, programación y manejo de los recursos. Esto dificulta y adiciona tiempos no necesarios en cada uno de los procesos básicos para el desarrollo del esquema de evaluación riesgo &

recompensa basado en indicadores de desempeño y sobre el cual se estableció el contrato. Este esquema busca evidenciar el interés de generar valor agregado al cliente mediante relaciones gana-gana donde las partes se ven beneficiadas por la búsqueda conjunta de resultados tangibles que hagan sostenible y flexible el esquema de trabajo.

En el proceso evaluación de la penalización o bonificación se han establecido indicadores de resultados sobre los cuales están definidas directamente las metas y objetivos de mejora del servicio e indicadores de medio, cuyo cumplimiento es una medida condicional para la evaluación final de los resultados

Los indicadores de resultado definidos para la gestión están resumidos en:

- a) Disponibilidad ponderada de campo
- b) Pérdidas de producción atribuible a mantenimiento
- c) Frecuencia de Accidentes, (LTIR).

Como indicadores de medio se tiene definidos:

- a) Back log por especialidad
- b) Costo de Mantenimiento por Barril Producido
- c) Costo de mantenimiento VS costo total de la operación

Contractualmente talento humano a través de capacitación e intercambio de información. Es por esto que las empresas buscan la modernización de sus estructuras de gestión de activos y la implementación de técnicas soportadas mediante sistemas automatizados.

En primera lugar y luego de ser revisada la actual documentación relacionada con los procesos RIM, análisis RCA y P&S, aspectos fundamentales en la gestión de activos, se encontraron algunas fortalezas y debilidades que caben destacar en

cuanto al cómo se está realizando cada proceso. A continuación se exponen dichas características, las metas de los indicadores de resultados y de medios están previamente establecidos a través de una línea base en donde están determinados los límites de penalización o bonificación.

Es de destacar que el éxito del esquema riesgo-recompensa, depende de los resultados del programa de gestión de activo en los aspectos evaluables por la organización de mantenimiento; en donde deben existir estructuras sólidas que aseguren una respuesta rápida, además se requieren políticas que perfeccion.

Cuadro 1. Fortalezas y Debilidades RIM

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Amplio conocimiento de herramientas informáticas que permiten el registro y análisis de datos capturados. • Gran actitud y compromiso para con el proyecto. • Establecimiento de sistemas de comunicación que permiten una clara comprensión del Que y Para que del RIM. • Buen establecimiento de relaciones de camaradería con el personal encargado de mantenimiento (Personal administrativo y técnico). 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de estructura que permita el análisis de información. • No hay presencia de una adecuada jerarquización ni priorización de los activos que permita focalizar adecuadamente los esfuerzos. • Organización inadecuada de equipos por familias que permita la identificación de malos actores • Inadecuada identificación de modos y causas de fallas que permita la identificación de causas raíces.

Fuente. Autores

Cuadro 2. Fortalezas y Debilidades RCA

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Existe un muy buen establecimiento del Que, Cuando, Donde y Relevancia, requeridos en cada uno de los análisis propuestos. • Acertado diagnóstico de las Causas Raíces. • Acertado manejo de la recolección de la evidencia. Completos registros verbales, fotográficos y externos. Existe una adecuada divulgación de resultados y de lecciones aprendidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se observa un grupo de trabajo consistente en cuanto al análisis de RCA. Existe parcial participación del personal de mantenimiento en la realización del RCA. • Escaso seguimiento a las soluciones propuestas, inferidas de los Análisis Causa Raíz realizados. • Ausencia de análisis de reducción de costos, logrados mediante el establecimiento de Causas Raíces.

Fuente. Autores

Cuadro 3. Fortalezas y Debilidades P&S

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación de labores y actividades mediante reunión del equipo de trabajo. • Unificación de criterios y evaluación de tópicos para una mejora continúa. • Amable recepción de sugerencias que propenden por una mejora en los hábitos de gestión de mantenimiento. • Establecimiento de estrategias que permitan Planear y Programar acertadamente, incluyendo actividades propias de Producción y HSE. • Potencial del personal de Planeación y Programación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falencias en la validación de las Órdenes de Trabajo, por parte de supervisores de mantenimiento. • Incertidumbre de aspectos como tiempos de parada y duración de actividades de mantenimiento, entre otros. • Planeación y Programación supeditadas a actividades recomendadas por el departamento de Producción. • No identificable roles dentro del proceso de P&S. • Seguimiento a los compromisos adquiridos en las reuniones de P&S • Utilización de recursos humanos de P&S en actividades que no son propias del sistema de gestión de mantenimiento.

Fuente. Autores

Teniendo en cuenta que dentro del proceso de P&S el sistema de información de mantenimiento más que un software; es una metodología de gestión y administración de mantenimiento que permite obtener resultados en cuanto a: definición de procesos óptimos, normalización de procedimientos, análisis de eventos, conocimiento de costos y obtención de indicadores de gestión. Esta revisión contemplo también la estructura de la implementación del CMMS actual (MP2), con el objetivo de evaluar el potencial que posee el software en comparación con el porcentaje de utilización y familiaridad de los usuarios con el sistema.

El Cuadro que se muestra a continuación, pondera cada una de las preguntas hechas de la siguiente manera: levemente (1), Parcialmente (3), Totalmente (5).

Cuadro 4. Manejo de MP2

Nº	Conocimiento de Labor	Ponderación		
		1	3	5
1	Han hecho parte de un sistema de capacitación de MP2?		x	
2	Sus funciones en cuanto a MP2, están completamente definidas?		x	
3	Recibe asesoría técnica oportuna que complemente su labor?			x
4	Posee información técnica (de equipos y/o MP2) que sirva de complemento a su actividad?	x		
5	Conoce el procedimiento para ingresar información a MP2?			x
6	La información capturada en terreno es legible, útil y oportuna?	x		
7	Conoce a cabalidad el proceso de Producción de Petróleo?		x	
8	Tiene identificados los cuellos de botella dentro de su labor?		x	
9	Tiene algún criterio para dar prioridad a la ejecución de trabajos?			x
Total puntaje		29		
Porcentaje de conocimiento		64.4%		

Cuadro 4 (Continúa)

Nº	Conocimiento de MP2	Ponderación		
		1	3	5
1	Conoce a cabalidad los módulos de MP2?		x	
2	Posee fichas técnicas para cada equipo?		x	
3	Posee cada equipo tareas de mantenimiento?		x	
4	Tiene registros de tiempo para cada actividad de mantenimiento realizada?		x	
5	Tiene un registro de la disponibilidad de repuestos en bodega?	x		
6	Tiene clasificado un stock de repuestos?	x		
7	Tiene un registro de los elementos utilizados para cada mantenimiento?		x	
8	Tiene clasificados a los proveedores de partes y piezas?	x		
9	Se tiene un registro de los operarios que trabajan en cada equipo?			x
10	Tiene identificados por algún código sus equipos?			x
11	Sabe cuál es el costo de la mano de obra?		x	
12	Sabe cuál es el costo de una Orden de Trabajo?	x		
13	Conoce los gastos de mantenimiento por equipo?		x	
14	Puede medir la desviación entre el presupuesto estimado y el presupuesto real?	x		
15	Tiene definido el punto de equilibrio de la cantidad de repuestos en bodega?		x	
16	Sabe establecer Sedes, Localizaciones, Sub-localizaciones?			x
17	Ha realizado un análisis ABC O CEO?	x		
18	Ha realizado requisiciones?	x		
Total puntaje		46		
Porcentaje de conocimiento		50%		

Fuente. Autores

De acuerdo con la información de sondeo obtenida en la anterior tabla se logró establecer la siguiente situación actual con respecto al CMMS.

- La estrategias diseñadas para la captura de información no son lo suficientemente eficaces, impidiendo la obtención de indicadores que revelen la situación real actual del proceso.

- La utilización de MP2 como soporte a las actividades de gestión de mantenimiento es muy poco. El operar el sistema desligado de compras, almacén, inventario, presupuesto, predicción estadística de mantenimiento, entre otros módulos, limita los beneficios que pueden obtenerse y hacen imposible estimar los costos asociados a todas las actividades relacionadas con mantenimiento.
- Se observa una taxonomía muy confusa, (árbol de localizaciones) lo cual evidencia falta de organización en el ingreso de los equipos al sistema.
- Insuficiente compromiso de captura y validación de datos requeridos en la orden de trabajo, desembocando en el ingreso de datos inciertos a MP2. Esto trae como consecuencia falencias en el proceso de P&S.
- La ausencia de coordinador técnico no solamente deja al garete los objetivos que se buscan, sino también trunca el proceso de planeación y programación, dejándolo a merced de los requerimientos de producción.
- Las tareas de mantenimiento no se encuentran perfectamente establecidas, incurriendo en pérdidas de tiempo, incremento de costos y errada estimación de carga laboral.
- La no presencia de planeador/programador de mantenimiento en campo Moriche, impide una inadecuada implementación de P&S, teniendo como consecuencias entre otras: obtención de información de segunda mano, cero interacciones con los supervisores de mantenimiento, índices de confiabilidad errados, etc.

De acuerdo con los resultados iniciales en los procesos básicos de gestión de activos y del sistema de gestión CMMS; es necesario en primera instancia, la ejecución de un diagnóstico de la gestión de acuerdo a los parámetros descritos

en la sección de antecedente de este documento y cuyo resultado se observan más adelante.

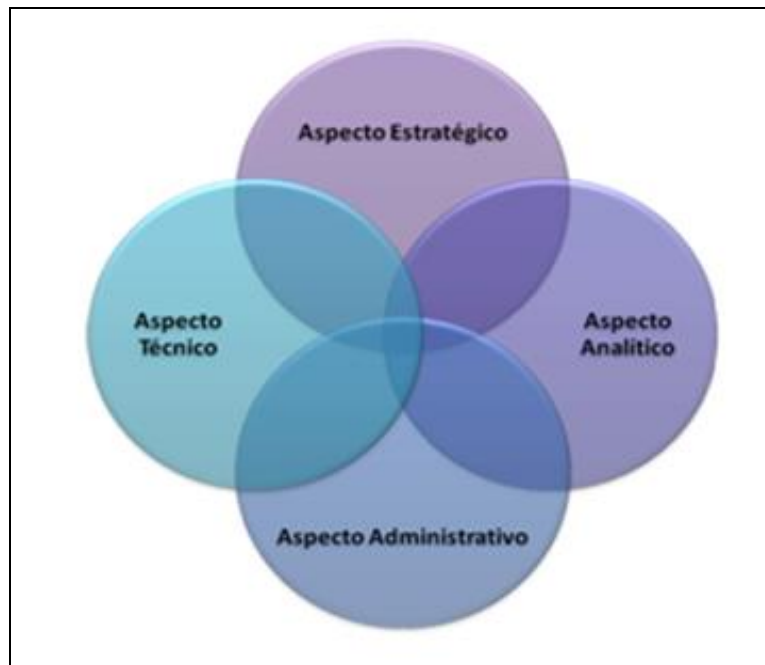
3. EVALUACION GESTION DE ACTIVOS

En este capítulo se dará a conocer la metodología y los resultados obtenidos de la evaluación de gestión del departamento de mantenimiento con el propósito de establecer el estado actual y el nivel de desempeño de la organización con el fin de desarrollar los logros que se quieren alcanzar. Esta evaluación se realizó con el apoyo y participación de la firma AMS Group Ltda (Asset Management Solution), empresa de consultoría especializada en el área de gestión de activo.

3.1 METODOLOGIA

La metodología empleada se basa en la revisión de aspectos claves y niveles de desempeño de cada una de las áreas de trabajo que conforman el programa integral de gestión y que hacen parte de la estructural de la matriz de evaluación. En la siguiente figura se muestra los aspectos claves de gestión que serán evaluados.

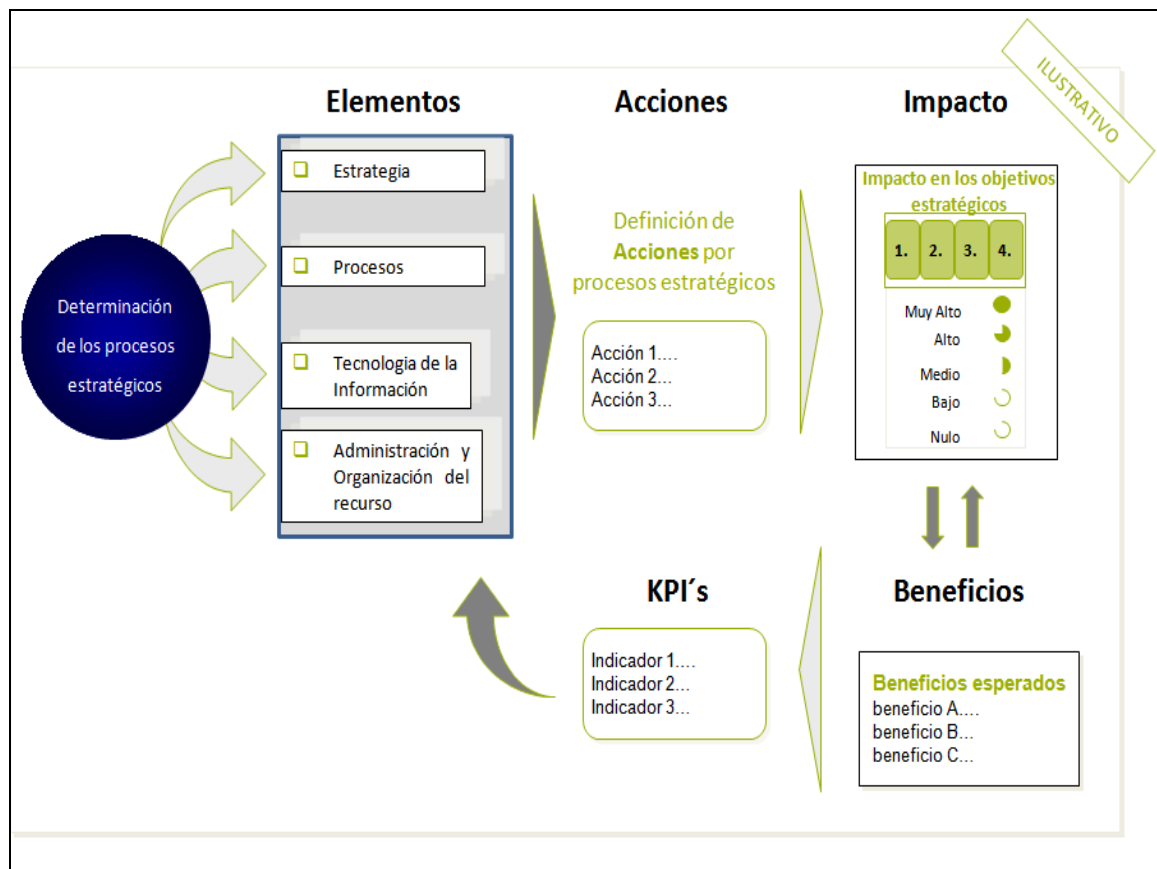
Figura 1. Aspectos claves de gestión



Fuente. AMS GROUP LTDA. Gestión de Mantenimiento. Bogotá, 2008.p.32

3.1.1 Aspecto Estratégico. El enfoque evaluativo de este aspecto consiste en reconocer una estructura bien definida de procesos estratégicos que indiquen claramente los lineamientos y la dirección a seguir, que establezcan “el que hacer” y “el con que hacer”; esta estructura de procesos deberá ser el modelo de orientación para la toma de decisiones y la identificación de los medios para el logro de los resultados y los indicadores claves de desempeño que detallen las desviaciones que impiden el resultado de los objetivos – (Ver Figura 2).

Figura 2. Enfoque de la definición de los procesos estratégicos



Fuente. AMS GROUP LTDA. Gestión de Mantenimiento. Bogotá, 2008.p.36

3.1.2 Aspecto Analítico. Aquí se tiene en cuenta la gestión en el desarrollo hacia la capacidad analítica de la infraestructura de los procesos en términos de mantenibilidad, confiabilidad y riesgo.

3.1.3 Aspecto Administrativo. Hace referencia a la coordinación y administración de los recursos, llevando a la práctica con calidad y eficiencia las acciones generadas como resultados de los análisis obtenidos en el aspecto anterior.

3.1.4 Aspecto Técnico. Se encuentra relacionado además de la gestión técnica, la infraestructura de equipos e instalaciones y la integración e interfaces entre las diferentes fuentes de la información, hace referencia a la ejecución puntual de las actividades, típicamente la ejecución de mantenimiento corresponde a este aspecto.

Finalmente, el nivel de desempeño es clasificado en la escala que se muestra a continuación de acuerdo al resultado que se obtenga en la evaluación de los anteriores aspectos y de la medición de las áreas de trabajo

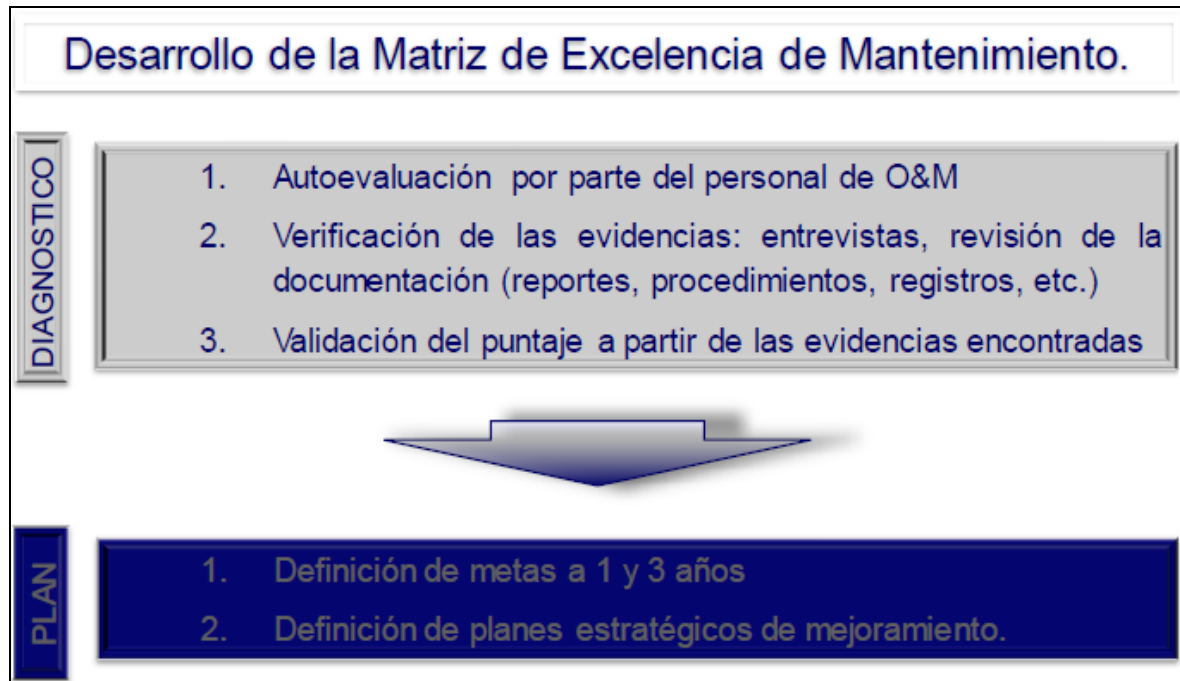
Figura 3. Niveles de desempeño generalmente reconocidos en las Organizaciones



Fuente. AMS GROUP LTDA. Gestión de Mantenimiento. Bogotá, 2008.p.51

Modelo de Evaluación. Para establecer el nivel de gestión dentro de la clasificación mencionada, es necesaria la valoración cuantitativa del desempeño, en donde el valor obtenido corresponde al grado de implementación, control y revisión de las normas, metodologías y buenas prácticas.

Figura 4. Modelo de Evaluación



Fuente: Los autores

Como se puede observar, el modelo de evaluación utilizado para integrar los aspectos claves de la gestión, los niveles de desempeño y las áreas de trabajo es la ya conocida matriz hacia la excelencia del desempeño; a través de la cual se realizó las auditorías de diagnóstico y seguimiento de evidencias entregables relacionadas a las actividades que aseguran la implementación de los aspectos claves y las áreas de trabajo – (Ver grafica 5)

La matriz evalúa el grado de implementación de las siguientes áreas de la organización de mantenimiento

1. Estrategia de Mantenimiento
2. Administración y Organización
3. Planeación y Programación
4. Técnicas de Mantenimiento
5. Medidas de Desempeño
6. Tecnología de Información y su uso
7. Equipos de mejoramiento
8. Análisis de Confiabilidad
9. Análisis de Procesos
10. Información sobre Infraestructura e instalaciones.

Figura 5. Aspectos claves de gestión y las areas de trabajo en una Organización

MATRIZ DE LA AUDITORIA DEL DIAGNÓSTICO DE GESTIÓN DE ACTIVOS										
ASPECTO	Estrategia Corporativa	Administración y Organización	Planeación y Programación	Técnicas de Mantenimiento	Medidas de Desempeño	Tecnología de información y su uso	Equipos de Mejoramiento continuo	Análisis de Confiabilidad	Análisis de Procesos	Información sobre infraestructura e instalaciones
NIVEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clase Mundial	Estrategia Corporativa de O&M (Gestión de Activos)	Micromanejo de procesos en la organización. Organización de alto desempeño	Ingeniería de Mantenimiento y Planeación de largo plazo	Optimización Planes de Mantenimiento. Todos los técnicos. Estructuras de análisis estructuradas	Análisis predictores de operación planta. (Análisis Scorecard) Cálculo de confiabilidad de equipos y de planta. Balanceo de costos. Bases de datos de confiabilidad	Bases de datos totalmente integradas	Equipos de trabajo de alto desempeño. Equipos de trabajo autónomos.	Optimización de Equipos. Ciclo de Vida de Activos. Programa total de confiabilidad.	Revisión regular de los procesos de costo, tiempo, y calidad. Bajo NORMA PASS-55	Ente único de información con toda la infraestructura de equipos, componentes jerarquizada para realizar la gestión de mantenimiento
Basado en Confiabilidad	Plan Estratégico de Mantenimiento	Desarrollo de Contratistas. Políticas inventario y compra de repuestos. Administración y organización de mano integrada con proveedores	Planificación retiros de mano y administración de paradas mayores. Buena planeación de trabajos, programación y	Monitoreo en Línea. CEM formal y dando resultados, inspecciones basadas en riesgo	Indicadores de Mantenimiento. MTEF/MTTR, disponibilidad y confiabilidad, costos de mantenimiento disponibles	EAM y Sistemas de Manejo de Información CMMS convencional ligado al área financiera y material	Equipos de trabajo de alto desempeño. Equipos de trabajo autónomos.	Optimización de Equipos. Ciclo de Vida de Activos. Programa total de confiabilidad.	Auditorías Gestión de Mantenimiento. Algunas revisiones de procesos administrativos de mano	Infraestructura de equipos y componentes estandarizados en las diferentes bases de datos con los cuales se realiza la gestión de mano
Proactivo	Plan de mantenimiento a un año	Plan de mantenimiento a un año	Plan de mantenimiento a un año	Plan de mantenimiento a un año	Reporte de Costos de Mano. Reporte de Pérdidas de Producción. Tiempos de paradas como modo, causa y elementos de falla. Costos de mantenimiento disponibles	MP2 convencional no ligado o otros paquetes, operando y produciendo resultados	Comités de mejoramiento por requerimiento	Herramienta de análisis problemas RCA y FMEA. Buenas bases de datos de falla en uso y utilización de RCA y FMEA	Revisiones periódicas de procesos o procedimientos técnicos y documentación de los procesos administrativos	Especificación de equipos. Infraestructura jerarquizada y clasificada de manera que permita realizar gestión administrativa y técnica
Planeado	Plan de mejoramiento de mantenimientos preventivos	Mano organizado como respecta a la necesidad operativa de un proceso productivo principal	Ordenes de Trabajo. Plan Semanal de Mano. Soporte para detección de fallas y programación elemental (no balanceo, planeación no profunda)	Inspecciones basadas en tiempo.	Reporte Mensual de Mano. Estructura de Costos de Mano. Algunos registros de falla y costos de mantenimiento segregados	Listado de Partes. Algunos programas y registro de repuestos.	Algunas reuniones de mejoramiento en seguridad	Histórico de Fallas de Equipos. Registro de fallas poco usado	Procesos técnicos (procedimiento revisados por lo menos una vez)	Codificación de equipos. Equipos Críticos y Planes de Contingencia. Se dispone de infraestructura de equipos y componentes debidamente estructurada en algún medio magnético.
Reactivo	Mantenimiento reactivo	Organización y administración funcional	Programación Diaria. No hay planeación, la programación es elemental y no existe ingeniería de mantenimiento	Paradas semanales de inspección únicamente	Ninguna aproximación sistemática de costos de mano y falla de equipos	Manual y registro por requerimiento	Solo reuniones con el personal para tocar temas laborales o sociales	No existe registro de fallas estructurados	Procedimientos técnicos y procesos administrativos de mano no documentados y nunca revisados	No existe ningún registro de la infraestructura de equipos y componentes

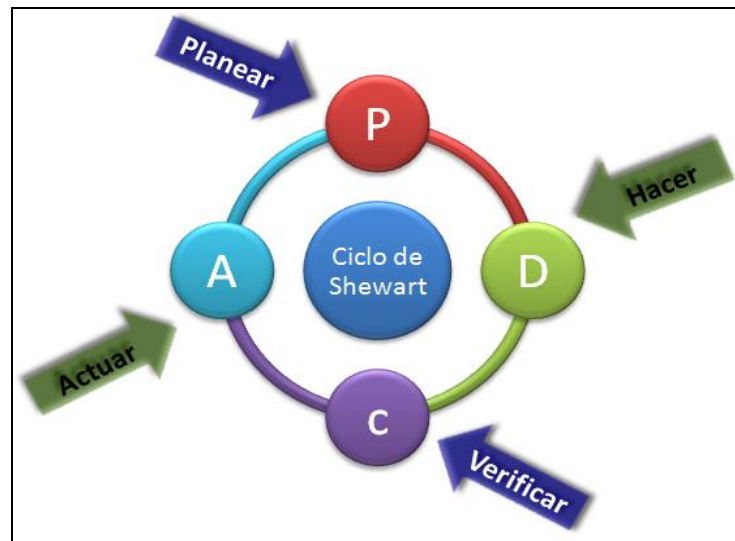
Estado de los procesos evaluados

Áreas de trabajo evaluadas

Fuente. AMS GROUP LTDA. Gestión de Mantenimiento. Bogotá, 2010.p.63

Como se observó en la Figura 4 (modelo de evaluación), el diagnóstico de la gestión se realizó a través del auto evaluación de los grupos de trabajos. En este proceso se identificó la ejecución, el control y las acciones en las áreas de trabajo que garanticen la función de mejora continua; la base de este proceso es la aplicación del Ciclo PHVA (planear, hacer, verificar, actuar), de todos los aspectos que conforman el mismo.

Figura 6. Ciclo PHVA



Fuente: Los autores

La recopilación de las evidencias de cada área de trabajo dentro del ciclo PHVA se realizó en el siguiente formato.

Cuadro 5. Identificación de los entregables y el aseguramiento del proceso de mejora continua

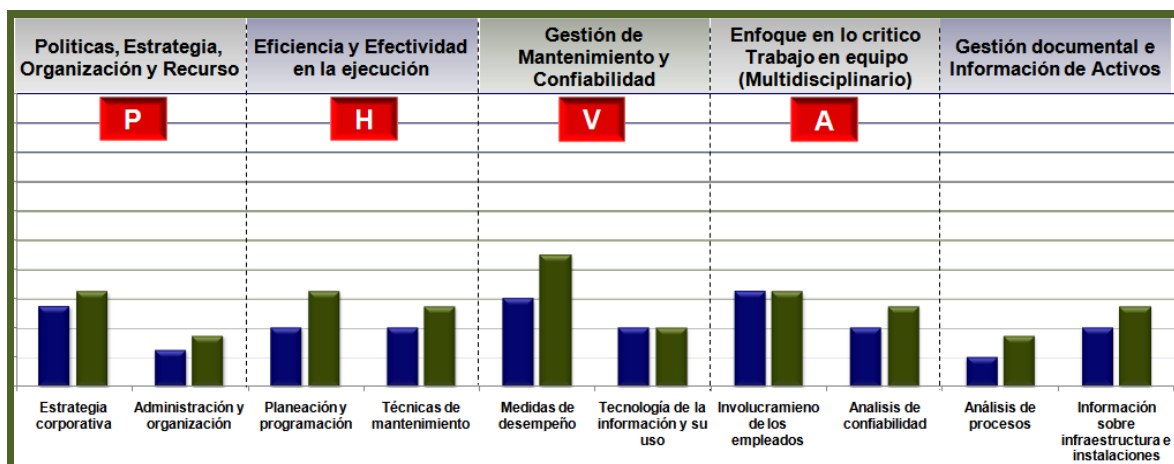
AREA	#	ASPECTO	PUNTAJE VALIDADO	EVIDENCIAS							
				PLANEAR	Puntaje	HACER	Puntaje	VALIDAR	Puntaje	ACTUAR	Puntaje
Estrategia Corporativa	1.1	Estrategia Corporativa de O&M (Gestión de Activos)	0,00	La organización cuenta con una estrategia de mantenimiento documentada donde se direccionan los esfuerzos en cada una de las áreas de la gestión de mantenimiento	0,00	Plan a largo plazo (3 años) de implementación de la Estrategia de Mantenimiento con registros de sus entregables	0,00	Actas de reuniones de seguimiento periódico del Plan de Implementación de la Estrategia de Mantenimiento	0,00	Evidencia de los ajustes realizados al Plan de Implementación de la Estrategia de Mantenimiento	0,00
					0,00		0,00		0,00		0,00
	1.2	Plan Estratégico de Mantenimiento. Plan de mejoramiento a largo plazo	0,00	Plan de mejoramiento a largo plazo (3 años) que cubra todas las 10 áreas de la Matriz de Excelencia	0,00	Registros de entregables del Plan de Mejoramiento a largo plazo	0,00	Actas de reuniones de seguimiento periódico del Plan de Mejoramiento a largo plazo	0,00	Evidencia de los ajustes realizados al Plan de Mejoramiento a largo plazo	0,00
				Plan de Implementación / Procedimiento de Mantenimiento Autónomo (TPM)	0,00	Registros de Entrenamiento a los operarios	0,00	Listado de Tareas realizadas por los operarios	0,00	Reportes de ejecución de trabajos realizadas por los operarios	0,00
					0,00		0,00		0,00		0,00
	1.3	Plan de mantenimiento a un año	0,00	Plan de mejoramiento a un año que cubra todas las 10 aspectos de la Matriz de Excelencia	0,00	Registros de entregables del Plan de Mejoramiento a un año	0,00	Actas de reuniones de seguimiento periódico del Plan de Mejoramiento a un año	0,00	Evidencia de los ajustes realizados al Plan de Mejoramiento a un año	0,00
				Plan de implementación del programa Multihabilidades (multiskill)	0,00	Plan de entrenamiento del personal incluido en el programa Multihabilidades	0,00	Registros de asistencia a los entrenamientos del programa Multihabilidades	0,00	Reportes de trabajos realizados por personal Multihabilidades	0,00
					0,00		0,00		0,00		0,00
	1.4	Plan de mejoramiento de mantenimientos preventivos	0,00	Plan de trabajo para la Revisión de Planes de Mantenimiento	0,00	Reportes ejecución de estudios de revisión de planes de mantenimiento	0,00	Cargue de los planes de mantenimiento revisados en CMMS	0,00	Reportes donde se valore la efectividad de los planes de mantenimiento revisados	0,00
				Plan de implementación del Mantenimiento por oportunidad.	0,00	Listado de trabajos listos para ejecutar durante una parada no planeada	0,00	Reportes de trabajos de del Mantenimiento Oportunístico ejecutados durante una parada no planeada	0,00	Listado de trabajos de mantenimiento ejecutados no incluidos en la programación semanal	0,00
					0,00		0,00		0,00		0,00

Fuente. AMS GROUP LTDA. Gestión de Mantenimiento. Bogotá, 2010.p.22

En la anterior matriz se realiza las pruebas de evidencias bajo el esquema PHVA para determinar el estado de madurez de cada proceso; luego se actualiza el puntaje de la auto-evaluación basados en los hallazgos de las evidencias y así obtener un puntaje que refleje el nivel de madurez de la organización.

Finalmente los resultados de la evaluación y su interrelación dentro de las etapas del ciclo PHVA se muestra en la siguiente figura

Gráfica 1. Aspectos de gestión y la Interrelación con el Ciclo PHVA



Fuente. AMS GROUP LTDA. Gestión de Mantenimiento. Bogotá, 2010.p.29

Las entrevistas de evaluación fueron realizadas a los siguientes grupos:

Cuadro 6. Grupos

AREA/ PROCESO	CARGO
OPERACIONES	Coordinador contrato Ingeniero de producción o proceso Supervisor de operaciones Operador
GSMS	Lider en Gestión SMS
SCM	Lider de compras/contratación Profesional de inventarios/bodega
TECNOLOGIA DE LA INFORMACION	Lider de sistemas
INGENIERIA/ PROYECTOS	Profesional de proyectos
MANTENIMIENTO	Jefe de Mantenimiento Mansarovar Planeador/Programador de Mto Técnicos de mantenimiento

Fuente: Los autores

Resultados de la Evaluación. Los resultados son la validación de las evidencias frente a los entregables; donde se refleja de manera cuantitativa el grado de implementación y aseguramiento de los aspectos de la gestión.

A partir de esto, a continuación se presenta los resultados de la evaluación comparativa con la matriz de excelencia

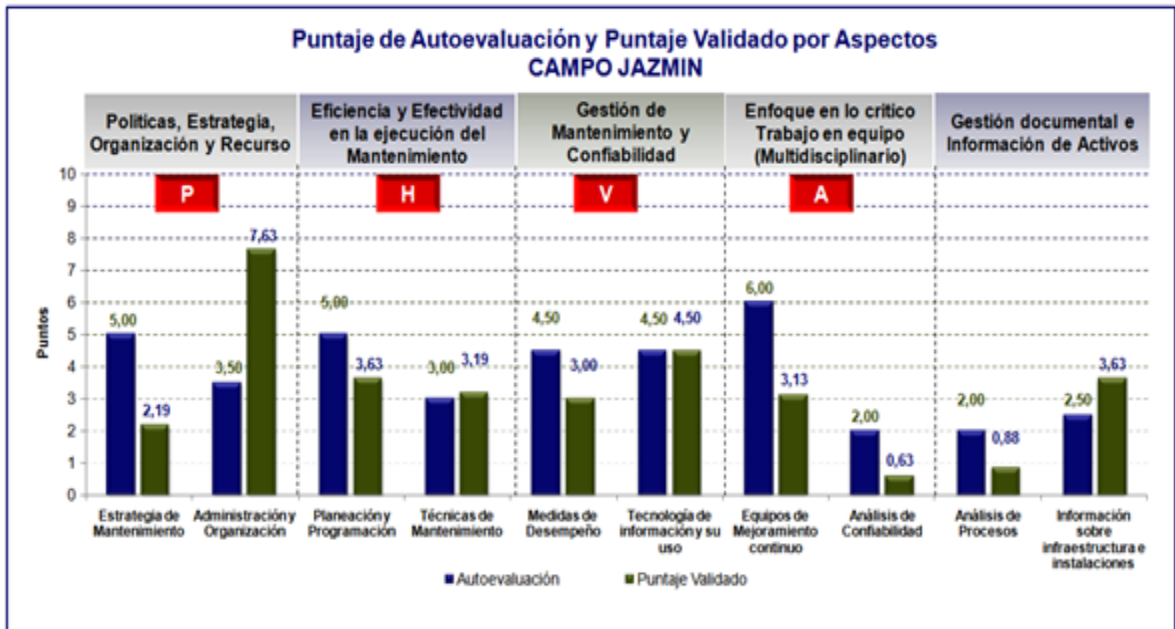
- (P) Planear: Estrategia Corporativa
Administración y organización
- (H) Hacer: Planeación y programación
Técnicas de mantenimiento
- (V) Verificar: Medidas de desempeño
Tecnología de la Información.
- (A) Actuar: Involucramiento de empleados
Análisis de confiabilidad.

Los aspectos que fueron tenidos en cuenta en la presentación de los resultados son los siguientes:

- El área de trabajo auditado
- El Aspecto de Gestión auditado
- El objetivo estratégico definido sobre el área de trabajo

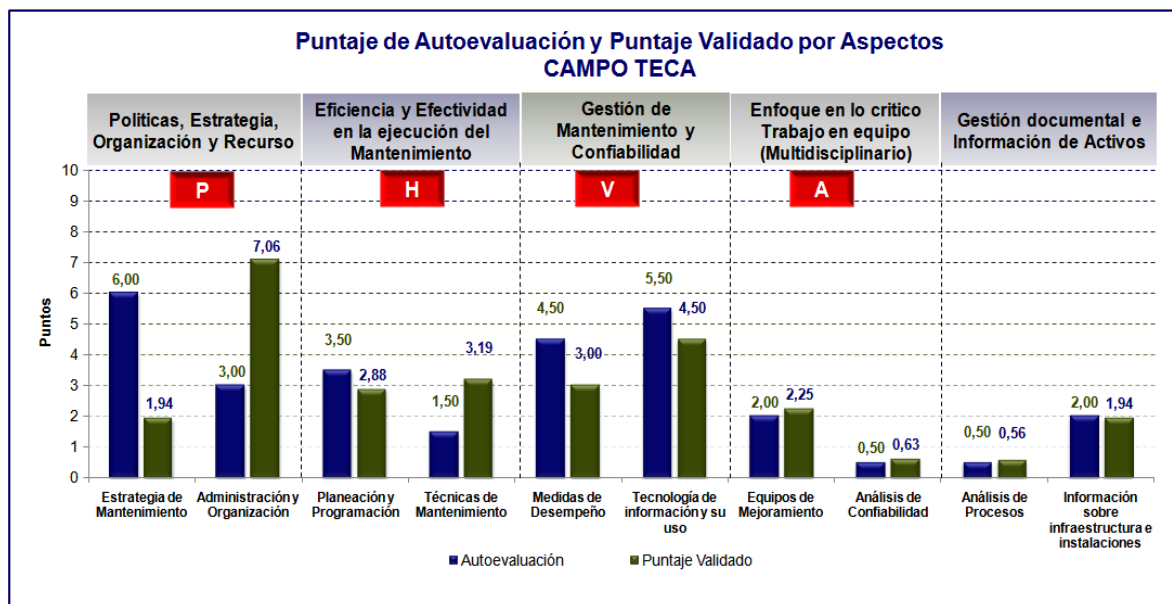
Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación se da a conocer el resumen de los resultados obtenidos en cada uno de los campos evaluados (Teca y Jazmín).

Grafica 2. Resumen resultados Evaluación aspectos de la gestión campo Jazmín



Fuente. AMS GROUP LTDA. Gestión de Mantenimiento. Bogotá, 2010.p.30

Grafica 3. Resumen resultados Evaluación aspectos de la gestión Campo Teca



Fuente. AMS GROUP LTDA. Gestión de Mantenimiento. Bogotá, 2010.p.33

De acuerdo con lo los resultados entregados por la firma AMS, encargada de la evaluación; la organización de mantenimiento de campo Jazmín y Teca se encuentra clasificada en el nivel **PROACTIVO** (ver grafico 3).

En este nivel de desempeño se encuentra la mayoría de las empresas de la industria colombiana. Sin embargo, la clasificación de 32,38 (Campo Jazmín) y 27.94 (Campo Teca) sobre 100 puntos; no es un valor que identifique un alto desempeño para una organización de mantenimiento, ya que los resultados obtenidos reflejan oportunidades de mejoramiento en los siguientes aspectos claves:

- Planeación estratégica a largo plazo
- Planeación & Programación
- Estrategia de mantenimiento basada en confiabilidad
- Gestión sobre los KPI's e indicadores de mto y confiabilidad.

- Involucramiento de todas las áreas de la compañía en la conformación de equipos multidisciplinarios de mejoramiento continuo.
- Gestión adecuada del reactivo.
- Adecuada gestión documental
- Infraestructura de equipos, criticidad y componentes estandarizados.

De acuerdo con el informe de evaluación de la gestión entregado; los aspectos mencionados anteriormente son barreras de fondo que impiden un avance en el desarrollo e implementación de los siguiente aspectos.

Estrategia de mantenimiento (2,19 puntos) - (1,94 puntos): No se tiene una adecuada planeación estratégica del mantenimiento que cubra todas las 10 áreas de la matriz de excelencia y que muestre a largo plazo (3 años); objetivos claros y sostenibles de la organización y del plan corporativo de mantenimiento.

3.1.5 Administración y organización. (7,63 puntos) – (7,06 puntos). Aspecto de mayor desarrollo aunque no se tiene una plataforma de información estructurada entre mantenimiento y las demás áreas de la organización; la gestión documental no es suficiente, el seguimiento no es general y se tiene poca información consignada para tomar acciones de mejoramiento.

3.1.6 Planeación y programación. (3,63 puntos) – (2,88 puntos). Existe un recurso actual definido como planeador y programador para cada campo, sin embargo el modelo de gestión para este proceso no incluye las 12 mejores prácticas, la información de mantenibilidad no es utilizada para identificar las desviaciones, no existe un buen acercamiento entre operaciones y planeación, para asegurar compromisos de entrega de equipos, ejecución y oportunidad.

3.1.7 Técnicas de mantenimiento. (3,19 puntos) – (3,19 puntos). El mantenimiento está basado en inspecciones en el tiempo, es necesario realizar una evaluación al plan de mantenimiento actual basado en metodologías de

confiabilidad (PMO optimización del mantenimiento planeado) y/o (RCM mantenimiento centrado en confiabilidad) para lograr la gestión óptima del mantenimiento basada en la condición de los activos.

3.1.8 Medidas de desempeño. (3,00 puntos) – (3,00 puntos). No existe una herramienta estructurada de control que proporcione un manejo integral de la gestión de confiabilidad y mantenimiento y que permita tomar acciones proactivas, sobre desviaciones. (Por ejemplo: costos, tiempos de falla, materiales, etc.).

3.1.9 Tecnología de la información (4,50 puntos) – (4,50 puntos). Existe un CMMS que soporta la gestión de mantenimiento el cual no está ligado a otros sistemas de gestión, es necesario evaluar la migración a un (EAM) que permita integrar otras áreas y sistemas de gestión de la compañía.

3.1.10 Equipos de mejoramiento continuo (3,13 puntos) – (2,25 puntos). Es necesario conformar equipos multidisciplinarios de mejoramiento continuo para los procesos críticos, con responsables, objetivos, metas, plan de trabajo y entregables que soporten la gestión de proyectos, compras, operaciones, mantenimiento y demás áreas de la organización en busca de lograr los objetivos corporativos.

3.1.11 Análisis de confiabilidad (0,63 puntos) – (0,63 puntos). No existe una herramienta estructurada de gestión y una metodología definida que permita realizar un manejo integral de la gestión del reactivo, que soporte la eliminación de eventos recurrentes y modos de falla prevenibles e identifique soluciones costo-efectivas.

3.1.12 Análisis de procesos. (0,88 puntos) – (0,56 puntos). Es necesario establecer un plan de actualización y aseguramiento de la calidad de los procesos administrativos y técnicos soportados en el sistema de gestión integral de la compañía.

3.1.13 Información sobre infraestructura e instalaciones (3,63 puntos) – (1,94 puntos). Es necesario realizar un estudio de criticidad bajo una metodología conocida, la caracterización de la jerarquización de procesos funcionales y unidades productivas y la estandarización de documentos que permitan obtener la captura y el aseguramiento de la información técnica.

En la evaluación se identificaron fortalezas, que revelan una disposición hacia la utilización de buenas prácticas de mantenimiento, como: técnicas básicas de mantenimiento, el uso de análisis causa raíz como valor agregado a las funciones del personal y metodología de soporte para la eliminación de defectos en función de mejorar la gestión.

Se identificaron fortalezas en la disposición del personal técnico para trabajar en pro de tener información confiable que ayude a facilitar las labores de mantenimiento y mejorar la condición actual de los sistemas.

Los resultados auto validados y validados reflejan el estado de conciencia del grupo en la gestión realizada, eso facilita la ejecución de un plan estratégico de confiabilidad operacional, necesario para lograr los objetivos de los campos.

4. PLAN DE MEJORAMIENTO

El Plan de mejoramiento de la gestión de mantenimiento enfocara sus esfuerzos en consolidar un modelo de gestión que apalanque el crecimiento de MANSAROVAR en las estrategias de operación y mantenimiento para los campos JAZMIN y TECA, buscando la optimización, implementación y aseguramiento de los procesos, metodologías y buenas prácticas en el gerenciamiento de los activos, con el fin de asegurar las metas de los objetivos del modelo out sourcing de mantenimiento.

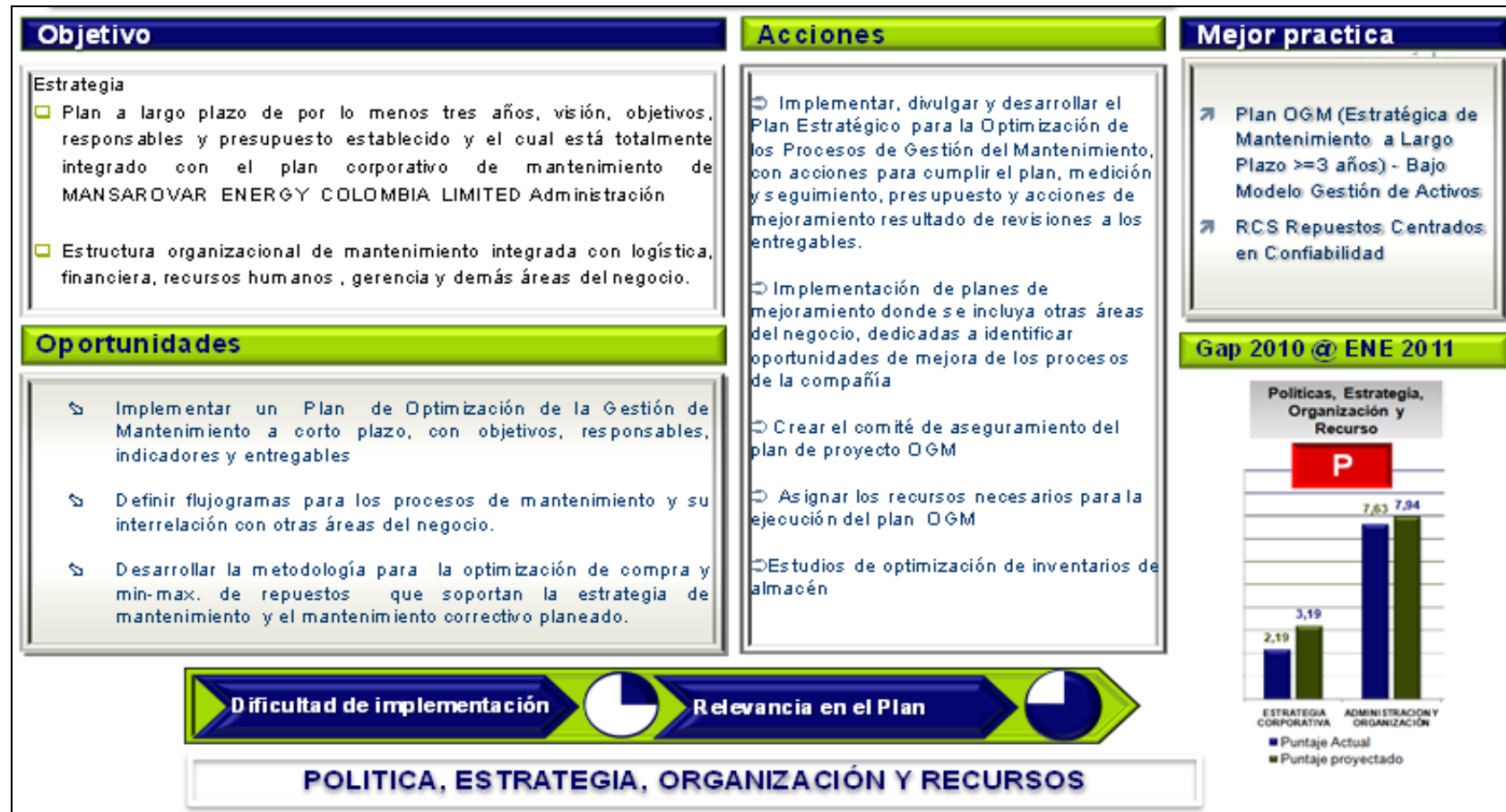
Conocidos los resultados de la evaluación efectuada a cada uno de las áreas en los diez aspectos mostrados en el anterior capitulo; a continuación se muestra el plan de trabajo en cada aspecto que busca a través de acciones a corto y mediano plazo alcanzar una adecuada optimización de la gestión de mantenimiento.

En la formulación de estas acciones se tuvo en cuenta la relevancia en el cumplimiento de los objetivos estratégicos y la dificultad en la implementación de las acciones, relacionando a este último aspecto las siguientes variables:

- El tiempo requerido para la implementación de la acción
- La complejidad asociada a la implementación.
- Los costos asociados a la iniciativa. (Ver grafica 11)

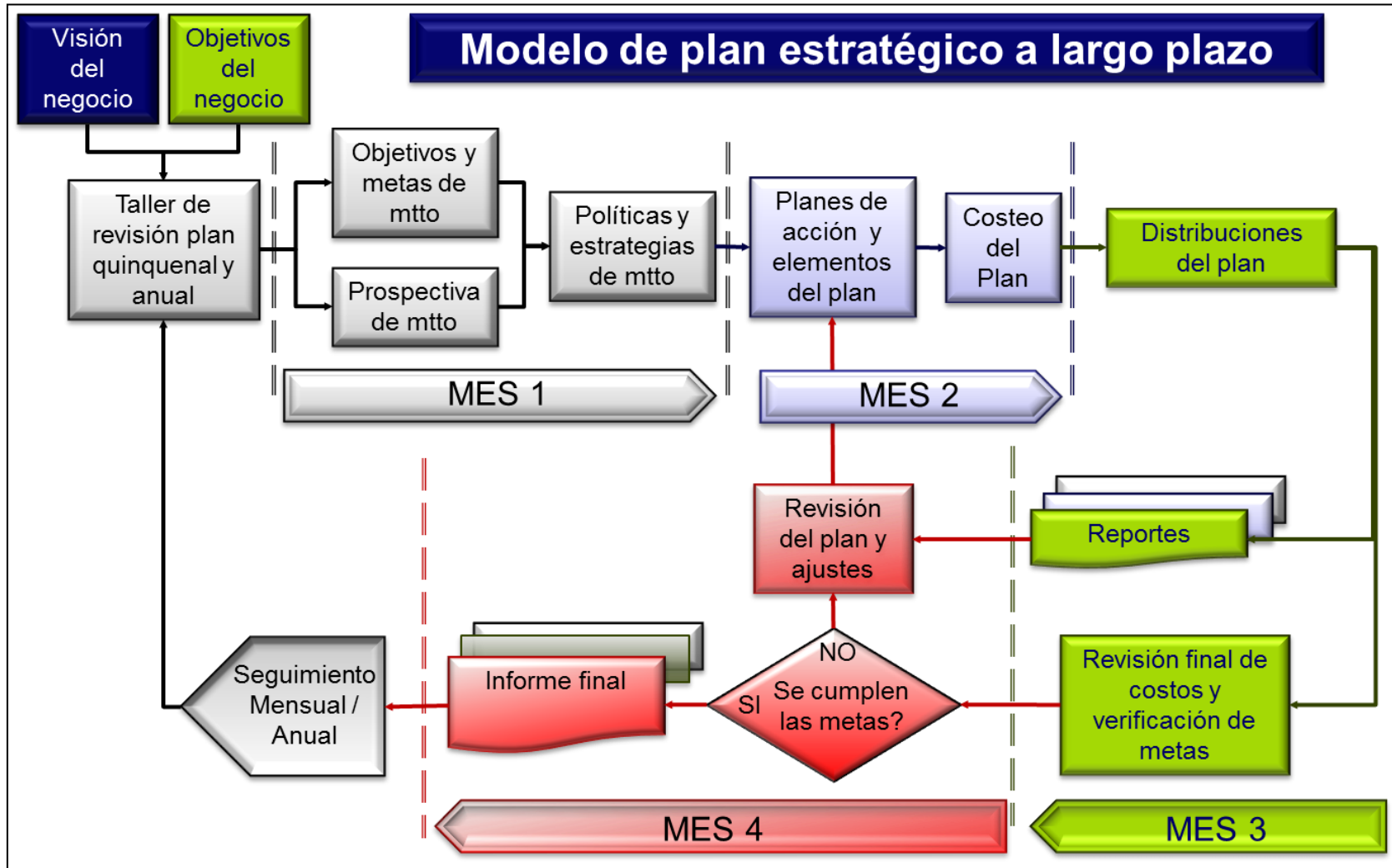
4.1 ESTRATEGIA CORPORATIVA-ADMINISTRACIÓN Y ORGANIZACIÓN (P)

Figura 8. Estrategia Corporativa - Administración y Organización (P)



Fuente. Autores

Figura 9. Modelo de Plan estratégico a largo plazo

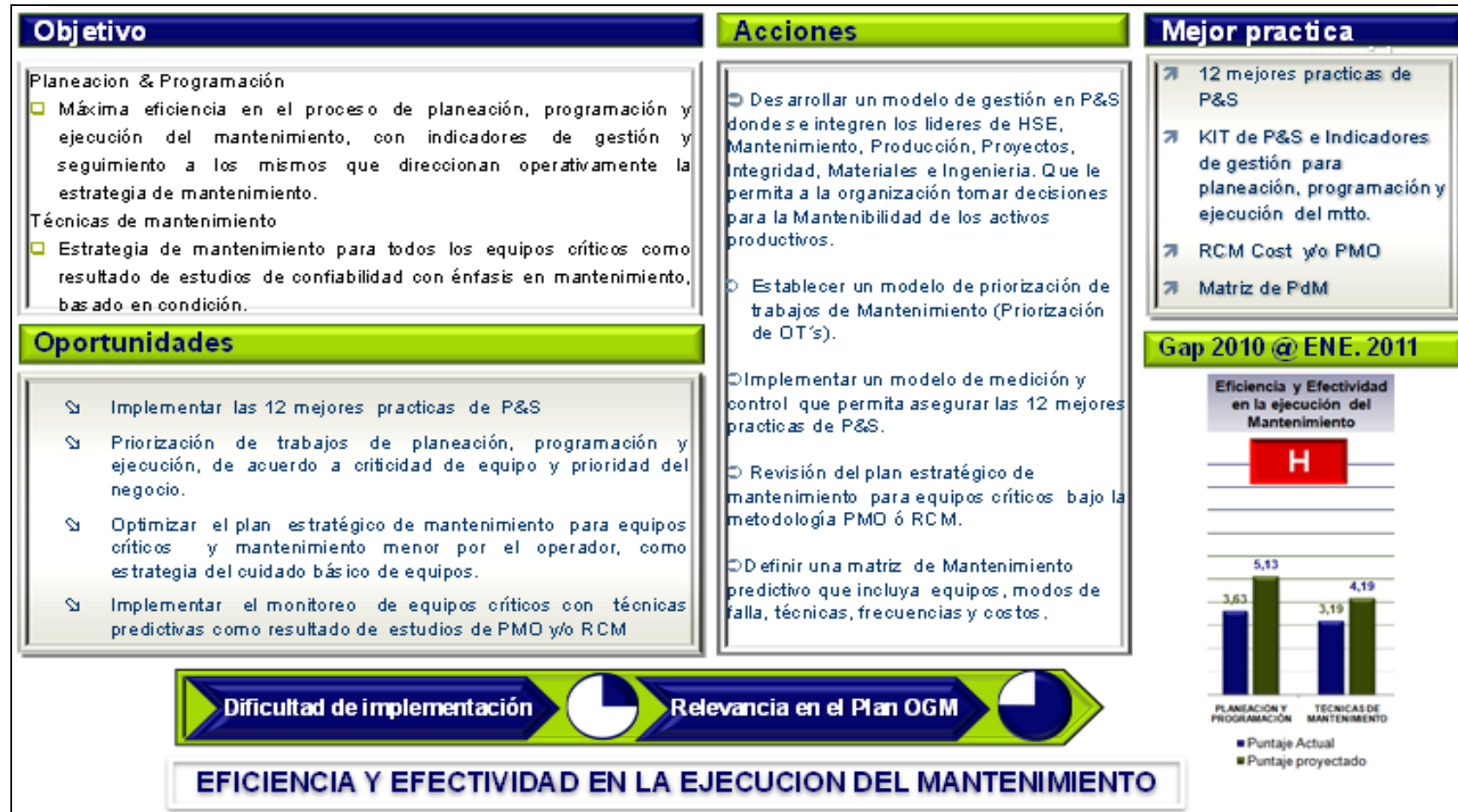


Fuente.

Autores

4.2 PLANEACIÓN & PROGRAMACION-TECNICAS DE MANTENIMIENTO (H)

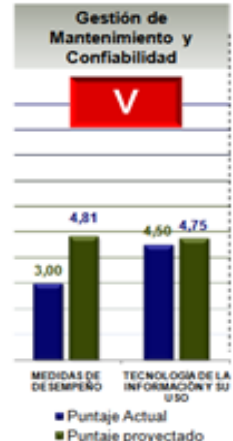
Figura 10. Planeación y programación - técnicas de mantenimiento (H)



Fuente. Autores

4.3 MEDIDAS DE DESEMPEÑO- TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN (V)

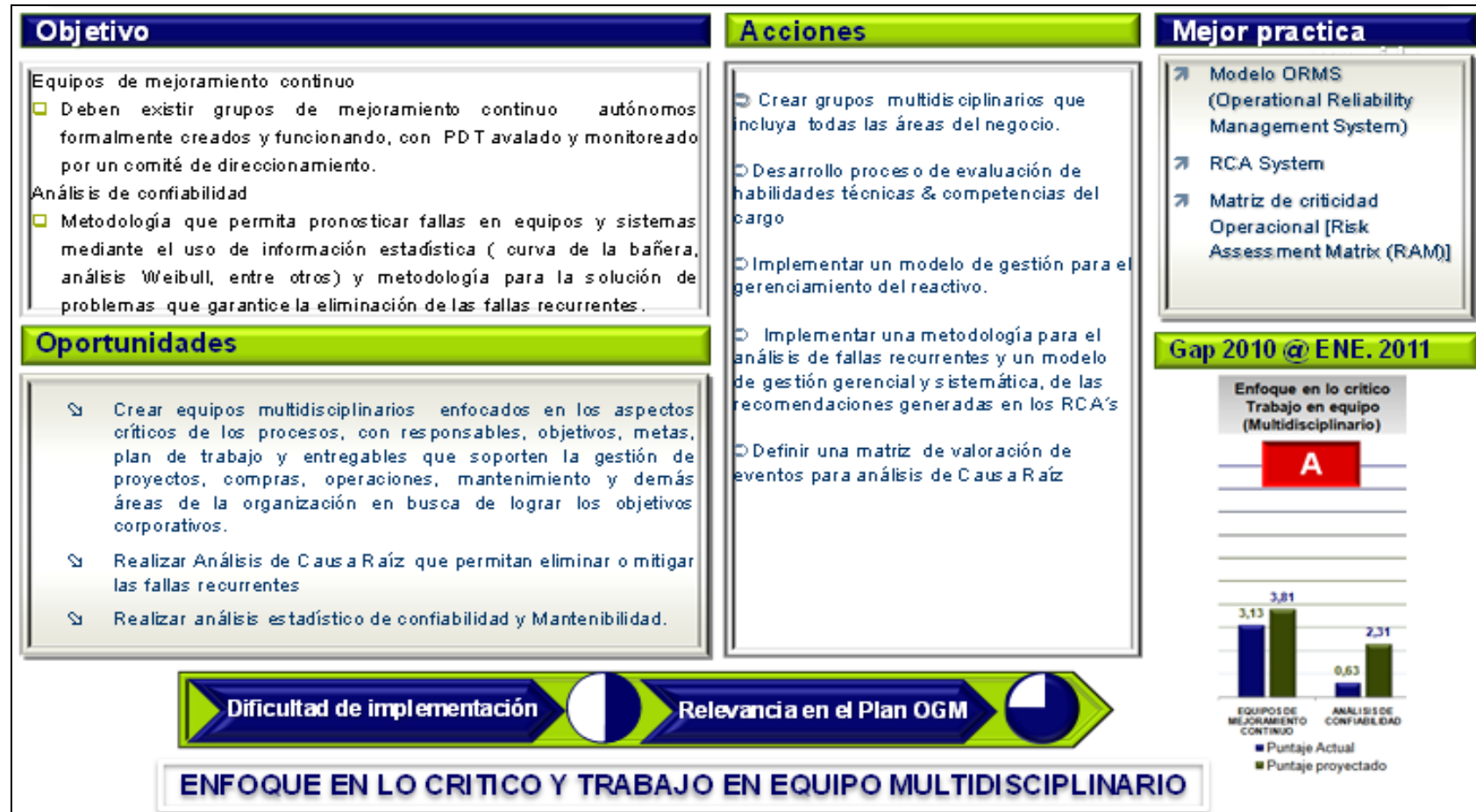
Figura 11. Medidas de desempeño - Tecnología de la Información (V)

Objetivo	Acciones	Mejor practica
<p>Medidas de desempeño</p> <ul style="list-style-type: none"> Indicadores de confiabilidad automatizados claves con base en estadísticas de falla para todos los equipos críticos, con costos, seguimiento y gestión periódica <p>Tecnología de la información</p> <ul style="list-style-type: none"> Bases de datos e interfaces que permitan realizar gestión de activos totalmente integradas que garanticen la intercomunicación con el resto de sistemas corporativos estratégicos facilitando la integridad de la información. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementar, divulgar y desarrollar una metodología que permita la captura y gestión de los indicadores claves de desempeño , de confiabilidad y Mantenibilidad Realizar gestión de la disponibilidad operacional (Total) y Disponibilidad Mecánica (Por indisponibilidad de los activos: Falla equipo o Mtto Programado) Realizar taller para definir la matriz de criticidad de equipos y priorización de labores Evaluación funcional al MP2 como soporte a la gestión en el ciclo de vida de los activos 	<ul style="list-style-type: none"> Estándar ISO 14224 des arrollado a partir del proyecto OREDA (Offshore Reliability Data). RIM An@lyzer Matriz de valoración CMMS
Oportunidades		<p>Gap 2010@ ENE. 2011</p> 
<p style="text-align: center;"> Dificultad de implementación ➡ Relevancia en el Plan OGM </p> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">GESTION DE MANTENIMIENTO Y CONFIABILIDAD</p>		

Fuente. Autores

4.4 EQUIPOS DE MEJORAMIENTO CONTINUO-ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD (A)

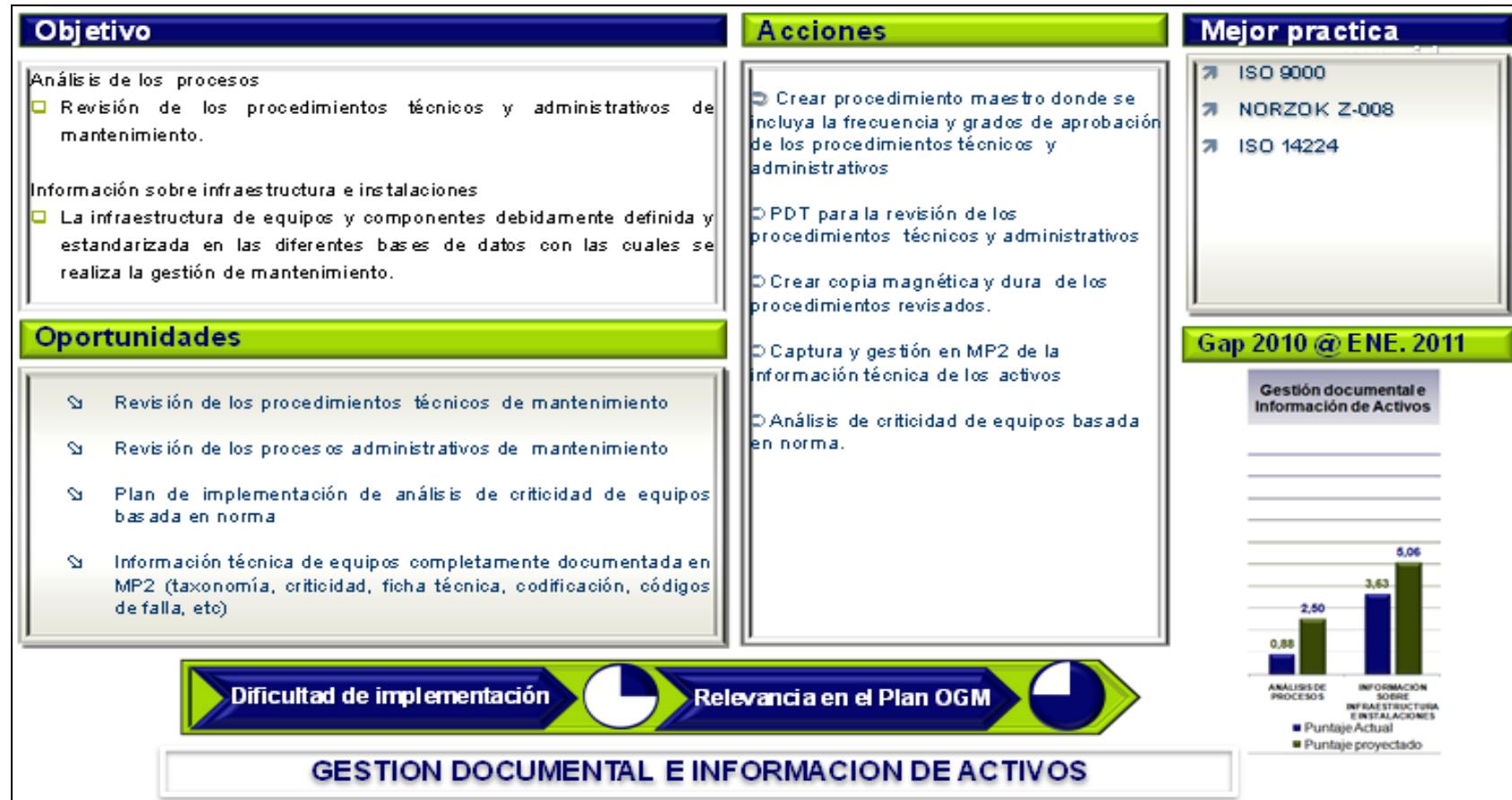
Figura 12. Equipo de Mejoramiento continuo - Analisis de Confiabilidad (A)



Fuente. Autores

4.5 ANÁLISIS DE PROCESOS – INFORMACIÓN SOBRE INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES

Figura 13. Analisis de Procesos - Información sobre Infraestructura e Instalaciones

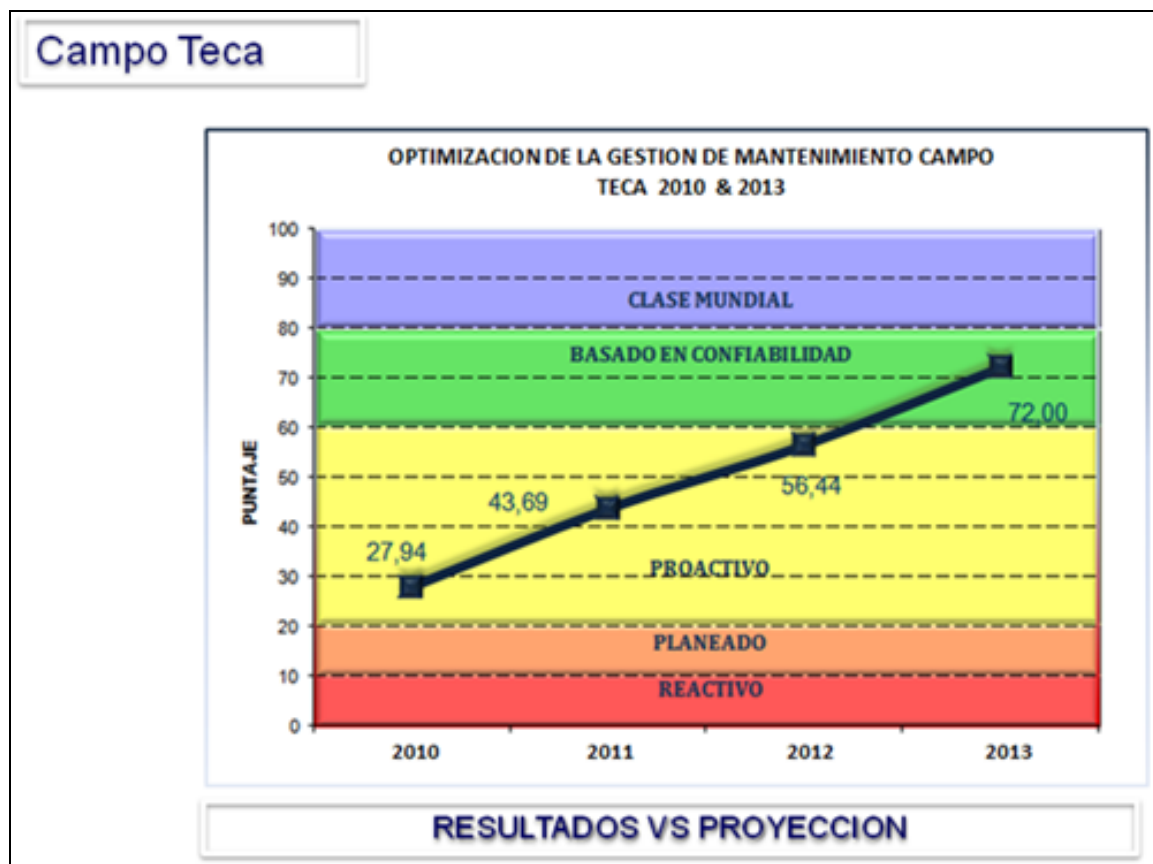


Fuente. Autores

Los anteriores cuadros describen las acciones a seguir en cada uno de los aspectos; la ejecución de algunas de estas acciones requieren importantes esfuerzos y cumplimiento de la estrategia corporativo de por parte del cliente.

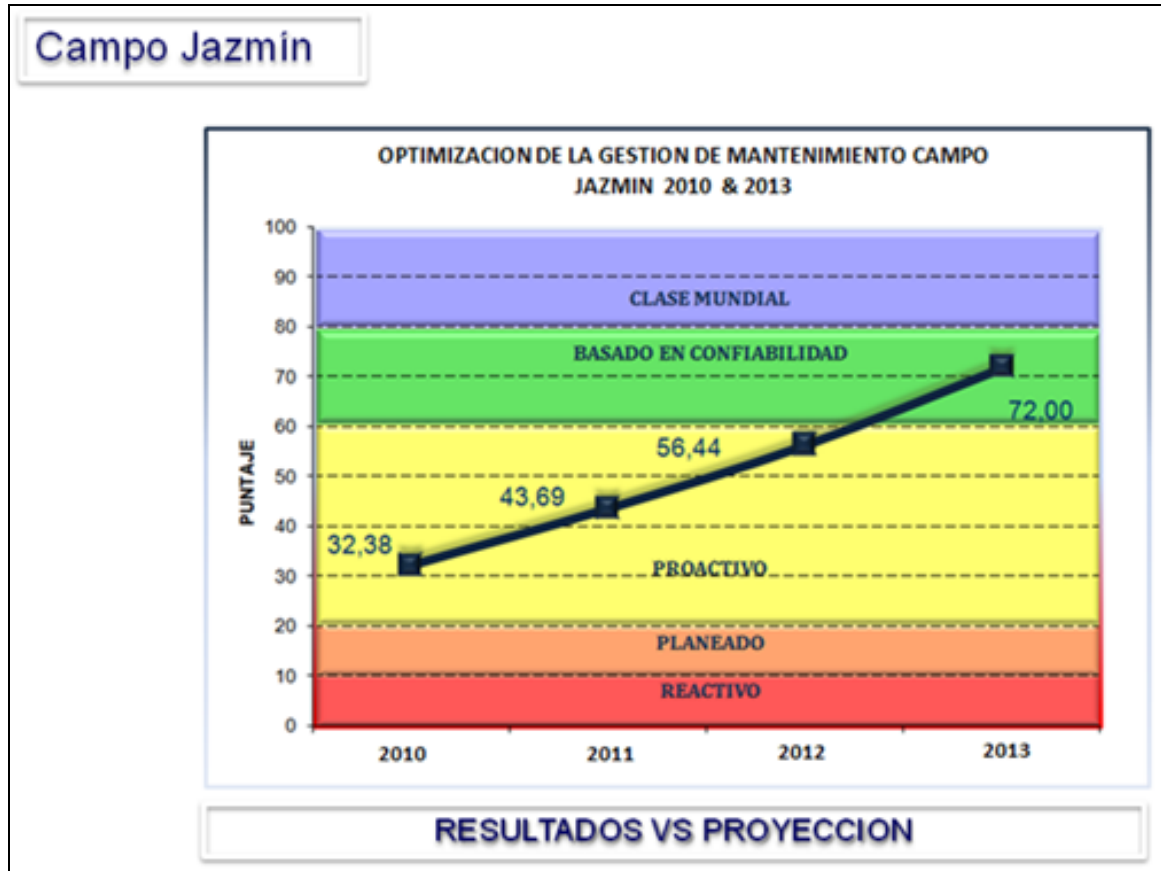
Con el cumplimiento e implementación de lo definido anteriormente se pretende que la organización alcance en un mediano plazo (3 a 5 años) la siguiente proyección de gestión; permitiendo contar con las herramientas y buenas prácticas de gestión necesarias para operar bajo un modelo de compensación por gestión riesgo-recompensa y llegar a un modelo basado en confiabilidad

Grafica 4. Optimización de la Gestión de mantenimiento Campo Teca 2010 \$ 2013



Fuente. Autores

Grafica 5. Optimización de la gestión de Mantenimiento Campo Jazmín 2010 & 2013



Fuente. Autores

Con el fin de lograr a mediano plazo las anteriores proyecciones; en los siguientes capítulos de este documento se desarrollara la base teórica del plan estratégico de optimización de los procesos de gestión de mantenimiento (OGM) para el logro de las acciones definidas en los aspectos de:

- Planeación & programación-técnicas de mantenimiento.
- Medidas de desempeño-tecnología de la información.
- Equipos de mejoramiento continuo- análisis de confiabilidad.

5. GESTION DE PLANEACION Y PROGRAMACION

P&S permite asegurar la integridad de la gestión de mantenimiento a través de la adecuada planeación, programación, ejecución y control de los trabajos de mantenimiento soportado en un sistema computarizado (CMMS).

El CMMS es empleado para documentar la información de los equipos, historia, trabajos de mantenimiento, horas-hombre, materiales, compra y almacenamiento de materiales, etc.

El objetivo que se pretende alcanzar es determinar los lineamientos y herramientas que regulan la implementación, ejecución y seguimiento para la planeación y programación de mantenimiento (P&S); así como establecer el conducto regular que se debe tener en cuenta para solicitar y ejecutar actividades de mantenimiento que apunten al cumplimiento de las expectativas del cliente.

5.1 PROCESO DE PLANEACION

Este proceso asegura la integridad de la gestión de mantenimiento a través de la adecuada planeación, programación, ejecución y control de los trabajos de mantenimiento soportado en el sistema computarizado con que se cuenta (MP2).

Para que una planeación sea exitosa deben ser implementados como mínimo los siguientes niveles de planeación:

- **Planeación estratégica.** La planeación estratégica es un modelo integrador de decisiones que determina y revela el propósito de la organización en términos de objetivos a largo plazo, programas de acción, y prioridades en la asignación de recursos seleccionando los negocios actuales o futuros del proceso, procurando lograr una ventaja sostenible a largo plazo y respondiendo adecuadamente a las

oportunidades y amenazas surgidas en el medio externo al proceso, teniendo en cuenta las fortalezas y debilidades de la organización.

- **Planeación a largo plazo.** Se refiere a la planeación que está ligada a la producción y dependiente de la misma. Son realizados por personal técnico administrativo de todas las áreas del negocio y es presentado para decisiones a nivel gerencial. Generalmente se realizan para periodos de cinco a diez años.

- **Planeación a mediano plazo.** Se refiere a planes que resultan de revisiones regulares y ajustes con todas las partes interesadas de la Organización. Es importante el control de estas revisiones, y requieren de una definición; una planeación a mediano plazo requiere las siguientes visiones y revisiones:

- Plan anual (Revisión semestral). Esta es una visión general de todo el trabajo conocido que puede requerir llevarse a cabo en un período de 12 meses. Su propósito principal es permitirle a la unidad de proceso prepararse para los picos y valles que se presenten en los meses que vienen. El plan anual se actualiza formalmente y se emite dos veces al año, por ejemplo, en un momento cercano a la preparación del presupuesto y para la revisión de mitad de año, como se emite formalmente cada seis meses, le dará a los usuarios un mínimo de seis meses hasta un máximo de 12 meses de anticipación.

- Plan a 90 Días (Revisión mensual). El plan de 90 días se emite mensualmente para los contratistas, operadores, proyectos y unidades de soporte con el propósito de resaltar los materiales de mayor tiempo en espera, informar a operaciones de las actividades que se encuentran pendientes, informar a los Contratistas de cualquier trabajo provisional e identificar cualquier requerimiento de Contrato Especializado.

- Plan a 15 Días (revisión semanal): El plan de 15 días deberá emitirse semanalmente y se evalúa la validez del trabajo de la segunda semana revisando el avance de las obras en las semanas actuales. Las partes afectadas que participen podrán incluir las unidades de proceso, los talleres, la inspección, E&I, proyectos y contratistas. El plan luego se emite para las partes interesadas como un plan anticipado fijo. El propósito del Plan es fijar el trabajo de la semana que viene y hacer un esbozo del trabajo de la segunda semana y Programación a las partes interesadas sobre el plan de mantenimiento de los próximos 14 días.

- **Planeación a corto plazo.** Conjunto de actividades que a partir de las necesidades diarias del mantenimiento definen 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 las planeaciones de mayor nivel estratégica, largo plazo y por vigencia. Esta Planeación a Corto Plazo comprende desde la definición de los trabajos de mantenimiento a ejecutar durante el período de programación hasta el análisis e interpretación de las estadísticas de planeación de ese mismo.

El proceso de Planeación, Programación y ejecución de Órdenes de Trabajo que se define en este documento aplica para la planeación a Corto Plazo.

5.1.1 Metodología para el proceso de planeación y programación. La aplicación de esta metodología es de vital importancia en el proceso de estructuración de ingeniería de mantenimiento y confiabilidad de activos ya que es clave para una gestión efectiva, control de volumen de trabajo, optimización de recursos y eficiencia.

La metodología abarca los roles y responsabilidades claramente definidos; el uso de un proceso estructurado de planeación y programación para las actividades de mantenimiento.

Esta metodología se representa en forma más simple y estructurada mediante el flujo grama de estados de OT que se presenta a continuación y que se puede usarse de referencia rápida cuando se haya implementado la metodología. El proceso de planeación y programación está definido como la secuencia de sub-procesos interrelacionados como recepción de necesidad, priorización, planeación, programación, ejecución, control y medición para asegurar el cumplimiento de la estrategia de mantenimiento y de hecho la necesidad operativa de los procesos.

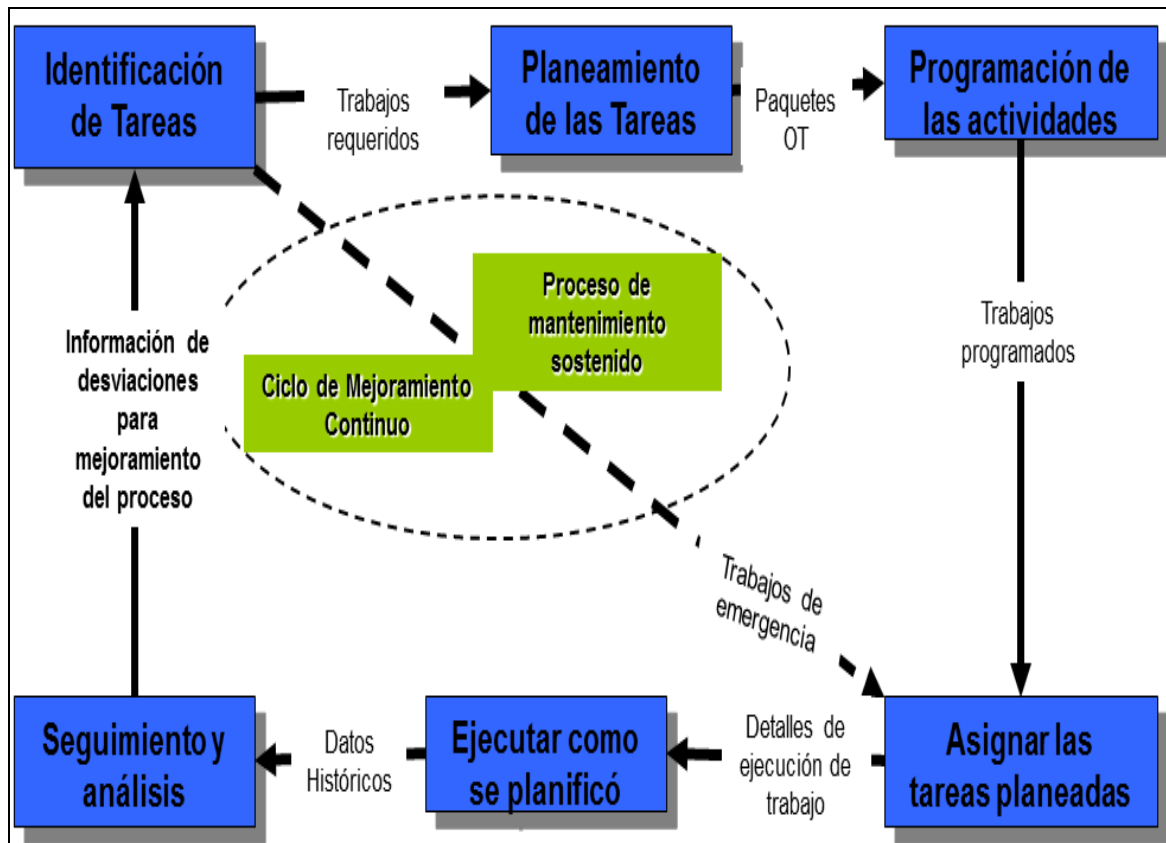
Esta secuencia de sub-procesos está definida por diversas actividades que estructuran el flujo grama de estados de OT; determinando el tránsito de una OT y la ubicación dentro del proceso P&S desde MP2, el responsable de gestionar la OT en cada uno de los niveles y traspaso de la OT mediante el cambio de estado a la persona a quien corresponda seguir procesando la orden de trabajo dentro del proceso.

La unidad fundamental que estructura el flujo grama de OT (Tabla 5) son los estados de la OT, que definen claramente las actividades principales para cada uno de éstos y requiriendo que cada responsable durante el proceso de aprobaciones realice su actividad de manera correcta y en el tiempo justo.

El eje de toda la metodología es el uso del sistema computarizado Integrado de gestión de mantenimiento (MP2) que permite la ejecución efectiva del flujo de trabajo de mantenimiento desde que se genera el trabajo hasta su finalización y cierre, involucrando las actividades que se definen en el flujo grama de estados de OT's.

A continuación se observa el flujo del proceso de planeación y programación en donde a través del análisis de la información de desviaciones, se estructuran los planes de mantenimiento preventivo y predictivo.

Figura 14. Flujo proceso de planeación y programación



Fuente. Autores

Figura 15. Flujograma de Estado de Ordenes de Trabajo

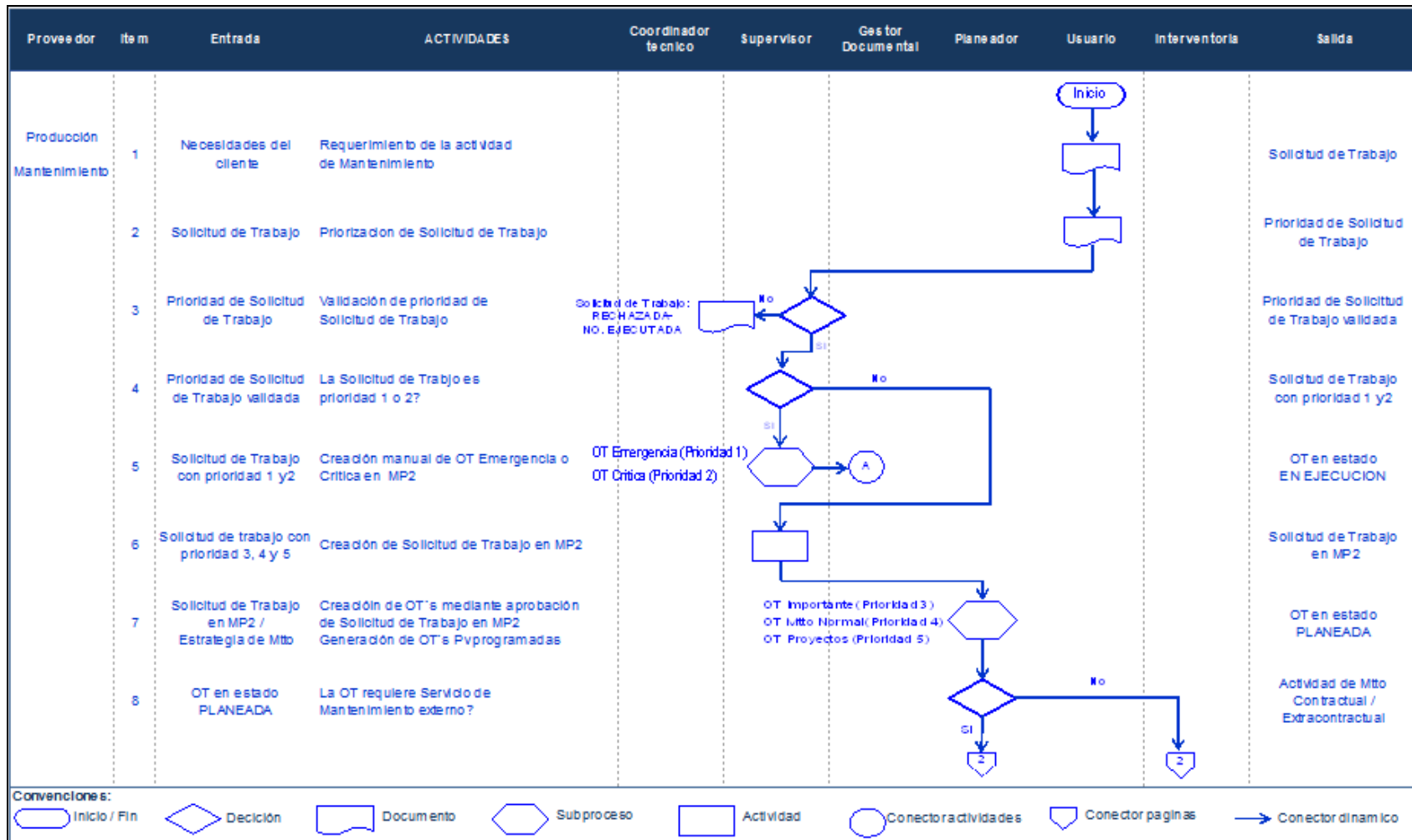


Figura 15. (Continua)

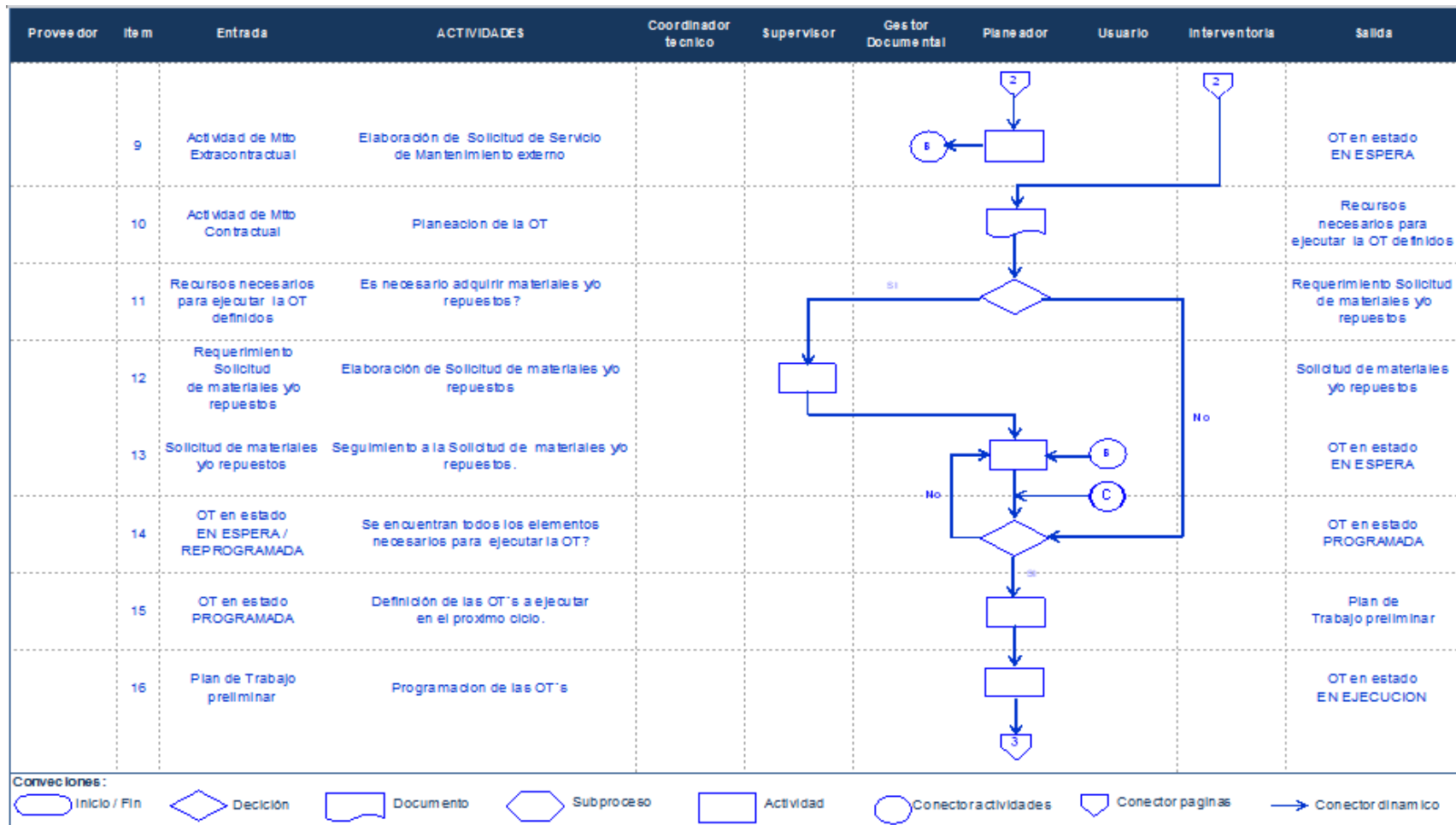
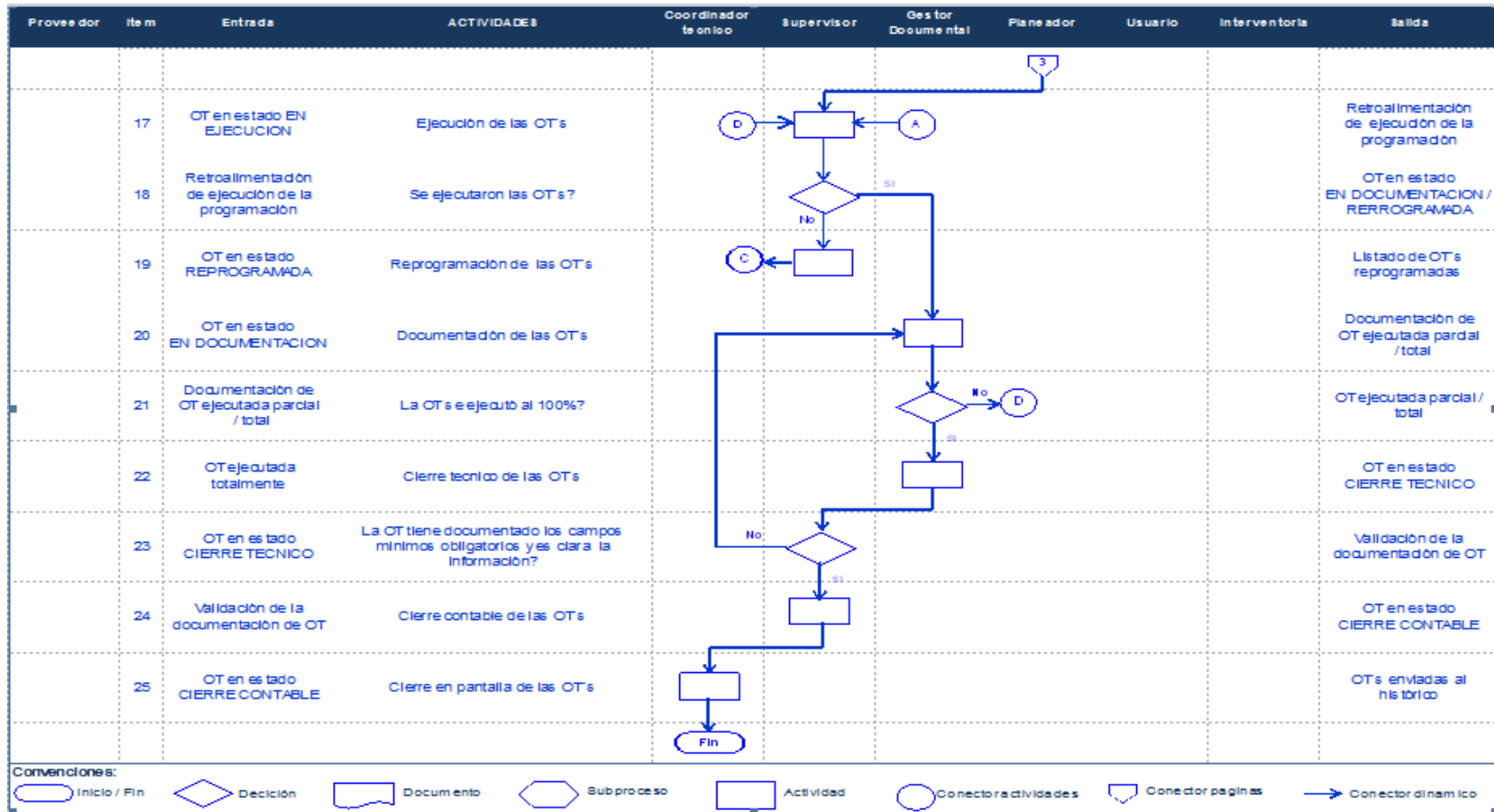


Figura 15. (Continua)



Fuente: Los autores

5.1.2 Criterios para la administración de las actividades. La creación de una OT implica el uso adecuado de diversos campos, cada uno de los cuales tiene como finalidad principal determinar los recursos necesarios para ejecutar las OT's de una manera eficiente y efectiva, adicionalmente el brindar información histórica que permita hacer gestión de mantenimiento identificando donde están nuestros puntos débiles para reforzarlos, teniendo como consecuencia la mejora continua.

Se plantea que toda actividad de mantenimiento que se ejecute a un equipo debe ser ingresada al Sistema MP2 para mantener un historial de todos los mantenimientos documentados y de esta forma conocer los costos asociados al ciclo de vida del activo (LCC); con base a este objetivo se establecen 2 criterios para la creación de una OT, tales como:

Individualidad de la información asociada a la actividad: Una actividad de mantenimiento que proviene de la manifestación de un modo de falla debe ser administrada mediante la creación de una OT de manera individual ya que esta información es el insumo para la determinación de los modos y causas de falla para el análisis de confiabilidad y mantenibilidad. Una actividad repetitiva que involucre un reemplazo de un componente de un costo significativo en un equipo (desmontar uno averiado e instalar otro en buenas condiciones), amerita la creación de una OT individual debido a que es necesario llevar la trazabilidad a la historia del componente instalado y desmontado.

Las actividades de mantenimiento menor (cambio de componentes pequeños, ajustes, apriete, asistir a operaciones en labores sencillas entre otros) no ameritan la creación de una OT por su sencillez y no relevancia en la ejecución debido a que no provienen de la manifestación de un modo de falla.

Adicionalmente estas actividades de mantenimiento menor deben ser agrupadas en OT bolsas las cuales permanecen abiertas por un periodo no mayor a una

semana y están asociadas al tipo de especialidad con la finalidad de minimizar el esfuerzo administrativo al realizar OT por tareas que no son relevantes.

El segundo criterio para la creación de OT es los efectos de la ocurrencia de las actividades de mantenimiento repetitivas periódicas, cuyos efectos operacionales y contables son predecibles y no requieren la generación de OT's de manera manual porque son generadas automáticamente por el Sistema MP2 (Plan de mantenimiento preventivo) generadas desde el módulo de tareas. En este caso están las inspecciones, mediciones y rutinas sobre los equipos, donde está claramente establecida la duración del trabajo, las actividades a realizar, y los recursos.

Estas actividades usualmente no cambian en su alcance, y cuando se detecta algo excepcional que implique que el equipo debe estar parado más tiempo para resolverlo, o que debe hacerse un trabajo adicional planeable, debe generarse una OT particular para la actividad detectada y no para la actividad donde se detectó.

5.1.3 Estrategia de mantenimiento como fuente de trabajo. El proceso de mantenimiento está impulsado por el flujo de trabajo del proceso y maneja todas las interfaces asociadas con mantenimiento como operaciones, mantenimiento, contratación y materiales. Un proceso efectivo de mantenimiento requiere de estrategias, que finalmente definen una metodología.

Para nuestro caso el mantenimiento se ha clasificado de la siguiente forma:

5.1.3.1 Mantenimiento Correctivo (MCRU, MCRP). Este mantenimiento también es denominado "mantenimiento reactivo", esta estrategia de mantenimiento permite a la máquina funcionar hasta que ocurra una falla o avería y se utiliza para reparación o reemplazo de ella con el fin de recuperar la funcionalidad del elemento o sistema tras la pérdida de su capacidad para realizar la función o los

servicios que se requieren. A esta estrategia de mantenimiento corresponden las OT`s que llamaremos como mantenimiento correctivo urgente y programado.

El seguimiento estadístico de este tipo de mantenimiento permitirá establecer la efectividad de la estrategia de mantenimiento establecida.

5.1.3.2 Mantenimiento preventivo o basado en tiempo (MPVP, MPVC). Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento preventivo programado”, en esta estrategia se interviene la máquina periódicamente en ciclos fijos para efectuar una acción preventiva (inspección, ajustes y reemplazo componentes), antes de que alcance la condición fuera del estándar, en ese momento se interviene y se realiza la tarea proactiva de falla aun cuando la máquina esté operando satisfactoriamente sin que ocurra una falla o avería. A esta estrategia corresponden las OT`s definidas como Mantenimiento Preventivo Programado y Mantenimiento Preventivo basado en Condición.

Este tipo de mantenimiento es utilizado para mantener un nivel de servicio. El mantenimiento preventivo se puede clasificar en dos métodos, una de ellas cuando se basa en el tiempo o sea en la frecuencia de inspección y la segunda basada en la condición de desgaste encontrada mediante inspecciones; ambas metodologías permiten fijar con antelación la próxima inspección a que tuviere lugar el elemento o máquina.

De esta manera se busca alcanzar de manera eficiente las siguientes ventajas:

- Anticiparnos a la falla para evitar averías mayores como consecuencia de pequeñas fallas.
- Planear y programar las actividades logrando de esta forma optimizar los recursos necesarios para la ejecución de la OT.

- Realizar las reparaciones en el momento más oportuno tanto para producción como para mantenimiento
- Distribuir el trabajo de mantenimiento optimizando el recurso humano de los frentes de trabajo.
- Disminuir la frecuencia de los paros y aprovechar éstos para realizar varias reparaciones diferentes al mismo tiempo

5.1.3.3 Mantenimiento Predictivo o basado en condición (MPDM). En esta estrategia de mantenimiento se hará seguimiento a la evolución temporal de ciertos parámetros sin alterar el funcionamiento normal del equipo para diagnosticar el comportamiento futuro en tiempo real de la posible manifestación de modos de fallas o situaciones fuera de las condiciones estándares. Lo que se busca es planear las tareas proactivas con tiempo suficiente con el objetivo de disminuir las paradas por mantenimientos preventivos y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. A esta estrategia de Mantenimiento corresponden las OT`s definidas como Mantenimiento Predictivo.

Para esta estrategia es necesario es definir de forma sistemática, periódica y continua la inspección de los parámetros más importantes de los equipo teniendo en cuenta factores como el tipo de equipo, los tipos de fallas por diagnosticar y la inversión que se quiera realizar.

Esta estrategia solo aplica a los equipos críticos de cada uno de los procesos establecidos y definidos dentro de la matriz de criticidad la cual se verá en el capítulo de RIM.

La implementación de esta estrategia requiere estructurara de una matriz CBM que identifique la metodología de mantenimiento predictivo más adecuada para cada uno de los equipos críticos con el fin de alcanzar las siguientes ventajas:

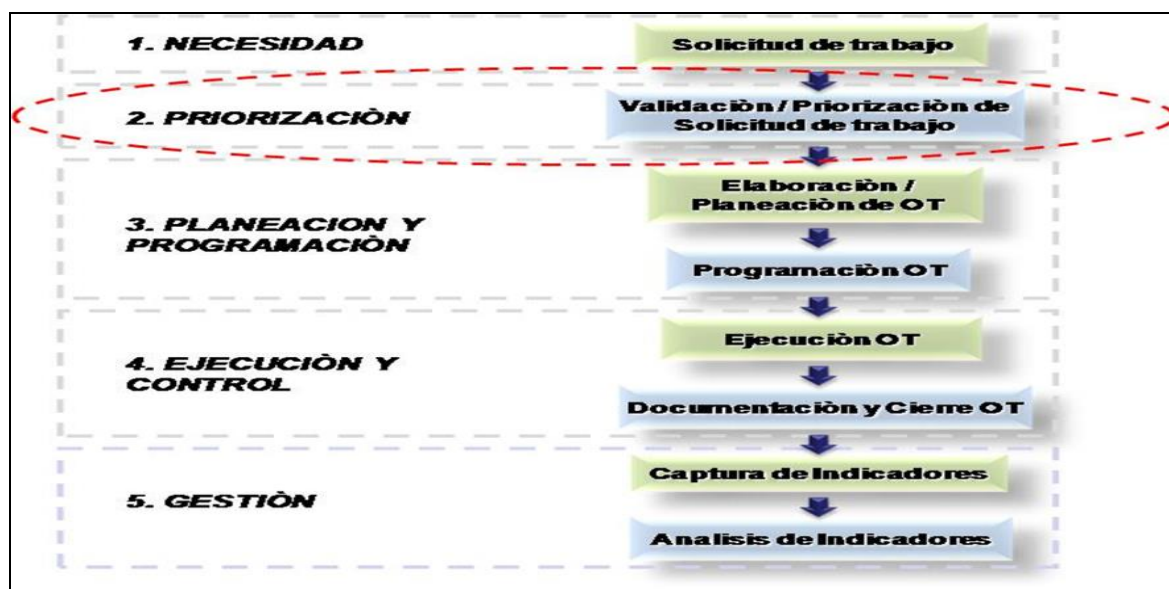
- Reducir el tiempo de parada, al conocerse exactamente que componente es el que falla.
- Permitir el seguimiento de la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimizar la gestión del personal de mantenimiento.
- Realizar la verificación de la condición de estado y monitoreo en tiempo real de la maquinaria, tanto la que se realiza en forma periódica como la que se hace de carácter eventual.
- Manejar y analizar un registro de información histórica vital, a la hora de la toma de decisiones técnicas en los equipos.
- Definir los límites de tendencia relativos a los tiempos de falla o de aparición de condiciones no estándares.
- Facilitar el análisis de las averías.

5.1.3.4 Mantenimiento Mejorativo (MOVH, PRY). Esta estrategia de mantenimiento abarca tareas cuyo objetivo es mejorar el diseño o la función operativa de los equipos cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva buscando una mayor vida útil del mismo y/o una mejor productividad de los equipos en el sistema productivo. A esta estrategia de mantenimiento corresponden las OT`s definidas como Overhauil (Mantenimiento Mayor) y Proyectos.

Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

Descripción de actividades en proceso de planeación y programación. El proceso de Planeación y Programación se dividió en los siguientes sub-procesos con el fin de hacer el adecuado aseguramiento de este proceso:

Figura 16. Actividades básicas proceso de planeación y programación



Fuente. Autores

5.1.3.5 Solicitud de trabajo. El requerimiento de una actividad de mantenimiento previa la manifestación de un modo de falla, identificación de una condición sub-estándar, mejoras en el diseño o en la eficiencia de los equipos y los procesos productivos se definen como una solicitud de trabajo.

Estas solicitudes de trabajo son originadas por los usuarios que identifican la necesidad de una actividad de mantenimiento considerando a los interventores de mantenimiento, los supervisores y operadores de producción, los supervisores y

los técnicos de mantenimiento. Estas solicitudes de trabajo deben ser remitidas formalmente al supervisor de mantenimiento suministrando la información necesaria de la actividad en el formato definido para la Solicitud de Trabajo. Ver en Anexo A. Formato Solicitud de Trabajo.

Al generar la solicitud de trabajo se debe asegurar el diligenciamiento de los campos mínimos, tales como:

- Fecha en la que se realiza la solicitud.
- Tag de equipo al cual se requiere prestar el servicio.
- Descripción del equipo
- Localización del activo
- Descripción de clara de la solicitud de trabajo
- Definir el tipo de mantenimiento (avería o mejoría)
- Prioridad del trabajo según valoración de la actividad en matriz de priorización de trabajos.
- Especificación de la fecha de inicio tentativa del trabajo
- Descripción detallada del alcance de la solicitud de trabajo
- Observaciones y recomendaciones

5.1.3.6 Priorización de la solicitud de trabajo. El establecimiento de técnicas de Priorización es una herramienta muy útil que se puede utilizar para determinar el tiempo de respuesta a ejecutar la actividad, identificando cuáles son los problemas más importantes sobre los que se debe trabajar primero teniendo en cuenta su verdadero impacto en las áreas productivas y cuales pueden tener cierta espera en el tiempo sin que cause perjuicio inmediato en las personas, medio ambiente, producción, equipos o procesos.

Para nuestro caso cada una de las Solicitudes de trabajo que se realicen a Mantenimiento deben ser priorizadas por el originador de la solicitud de trabajo

haciendo uso de la matriz de priorización de trabajos definida a través de este trabajo para los campos de la asociación NARE.

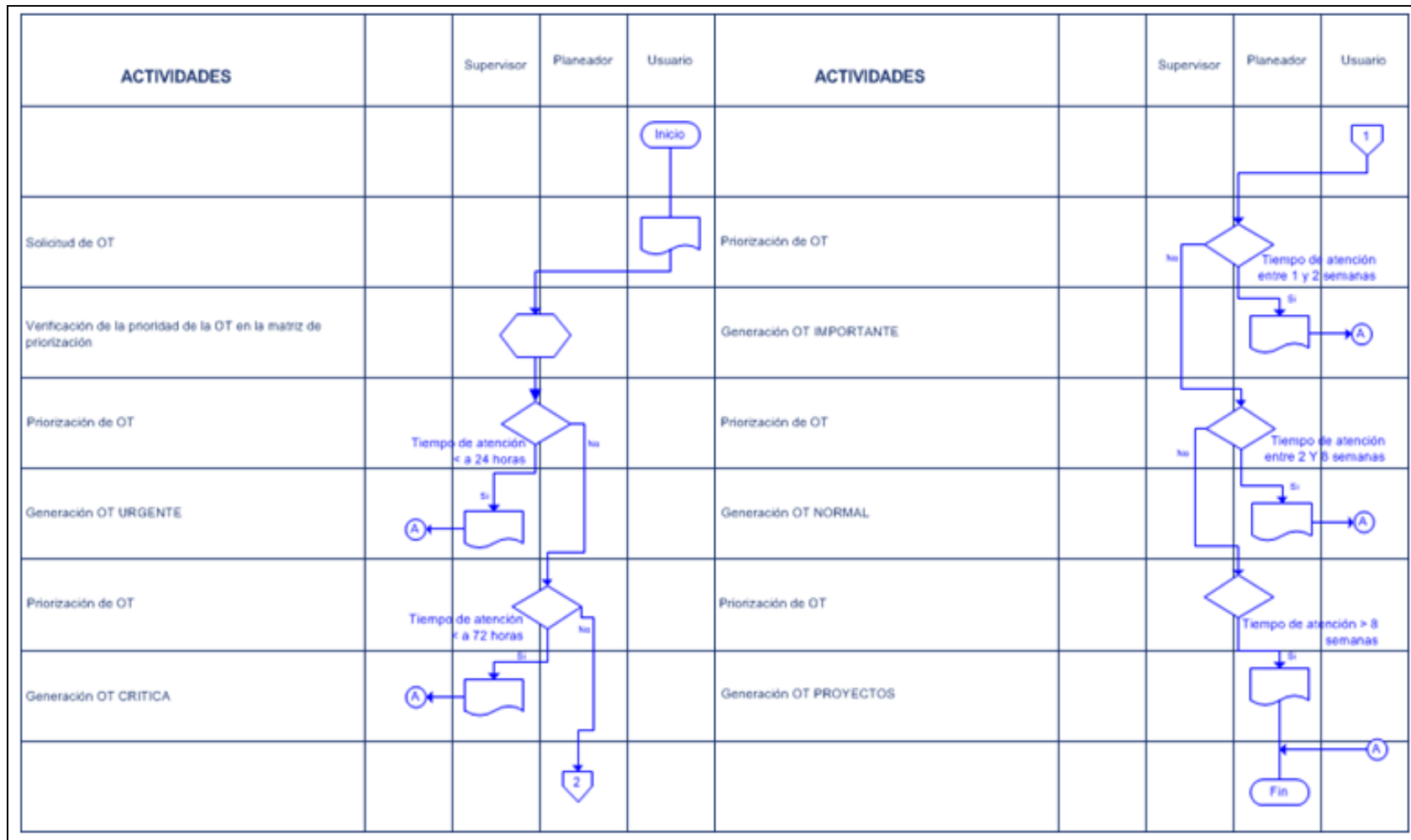
La priorización de las actividades de Mantenimiento permite jerarquizar los trabajos para elaborar un plan de trabajo a realizar en próximos periodos alineados al cumplimiento de las metas propuestas por operaciones. Ver Anexo B. Matriz e instructivo de priorización de trabajos.

En el siguiente flujo grama de priorización de OT se define la secuencia lógica de actividades para la valoración de una Solicitud de Trabajo, el responsable de efectuar la gestión en MP2 y el de establecer tipo de OT.

El éxito de proceso de solicitudes depende del buen diligenciamiento de toda la información requerida en el formulario establecido en el sistema de información

Antes de crear la OT mediante la aprobación de la solicitud de trabajo a MP2, se debe visualizar en el Sistema MP2 las ordenes de trabajo creadas y sin realizar para el mismo activo, donde se determina si una de las OT`s ya creadas cumple con el mismo requerimiento que se desea realizar y así no crear copias por la misma novedad.

Figura 17. Flujograma priorización solicitudes de trabajo



Fuente: Los autores

Planeación. El Planeador debe revisar el listado de OT`s que se derivan de las solicitudes de trabajo y las tareas proactivas que resultan de la proyección y generación en MP2 de las actividades de mantenimiento a ejecutar en los próximos 15 días y parten de una estrategia de mantenimiento.

Una vez determinado el listado de OT`s a ejecutar en los próximos periodos de programación, es necesario realizar la planeación de cada uno de ellos.

Para la planeación de una OT se hace necesario que el planeador de mantenimiento tenga completo entendimiento de los requerimientos de la OT.

Definición del Qué? El planeador debe realizar visitas en campo al sitio de trabajo para definir el alcance de las tareas que deben ser efectuadas. Si se presentan dudas sobre el diagnóstico o alcance debe soportarse en el supervisor de mantenimiento.

Definición del Cómo? El planeador define la forma en que debe hacerse el trabajo, especificando en conjunto con el supervisor la documentación técnica (dibujos y esquemas, diagramas de proceso e instrumentación, diagramas unifilares, listado de repuestos, manual de fabricante e historia del equipo) que soportará el trabajo de los técnicos. Los permisos de trabajo también son identificados por el planeador en conjunto con el supervisor e inspector HSE.

Definición del Con qué? La función del Planeador es asegurar que los recursos correctos lleguen al lugar correcto en el momento correcto, para realizar el trabajo correcto en la fecha requerida; dichos recursos son:

- Repuesto y materiales
- Mano de obra:
- Equipos especiales:

- Paquetes de trabajo:

5.2 PROGRAMACION DE ACTIVIDADES

Es la definición del plan de trabajo preliminar y la fecha definitiva de ejecución del trabajo buscando que sea lo más cerca posible con la fecha en la cual el trabajo es requerido sincronizando los elementos necesarios.

El programador junto con el supervisor encargado de área definen las ot`s que se contemplan ejecutar para el próximo periodo teniendo en cuenta las que representan algún riesgo a la producción o de impacto significativo dentro de operaciones mediante la priorización de las actividades de mantenimiento que se encuentran planeadas listas a programar. Este listado de ot`s definidas constituye el plan de trabajo preliminar y están bajo custodia del programador.

La concertación y compromiso del plan de trabajo preliminar con producción-operaciones-mantenimiento se establece en una reunión de planeación y programación del próximo ciclo Ver en Anexo C. (Reglamento reunión de planeación y programación del próximo ciclo) que tiene como objetivo la Consolidación del plan a programar y ejecutar para el siguiente periodo mediante la revisión y aprobación del plan de trabajo preliminar según la disponibilidad de los sistemas o equipos con operaciones, “una programación aprobada es un contrato entre operaciones y mantenimiento”. Ver en Anexo D. (Cronología de actividades relevantes en ciclo de planeación y programación).

Luego de la reunión de concertación con operaciones se presentaran algunos cambios que requerirán ajustes al plan de trabajo según observaciones derivadas de la reunión como la reprogramación, inclusión o eliminación de trabajos dentro del ciclo de programación.

Posteriormente a la definición de la programación semanal de OT`s que resulta del ajuste al Plan Consolidado en la reunión de concertación, se debe asegurar la disponibilidad de todos los recursos necesarios (repuestos, materiales, equipos entre otros) para la ejecución de la actividad de mantenimiento.

Luego del ajuste al plan de trabajo se procede a la nivelación de los recursos, esta actividad es la función de coordinar todos los aspectos logísticos relacionados con la fase de ejecución del trabajo distribuyendo los recursos disponibles, las OT según prioridad y oportunidad de paro en próximos ciclos; de tal forma que se ejecuten sincronizadamente optimizando así las paradas programadas. Durante esta etapa también se pueden descubrir algunas deficiencias de la etapa de planeación, las cuales necesitan ser capturadas. Posteriormente estas OT`s se ponen en estado EN EJECUCION.

Para realizar la nivelación de recursos se deberá tener en cuenta:

- Cantidad de personal disponible.
- Turnos de trabajo (Horas de trabajo disponibles).
- Actividades extra-laborales: entrenamientos, vacaciones, estudios de confiabilidad y charlas de seguridad.

Los escenarios de actividades y reuniones definidas para ejecutar el ciclo de Planeación y Programación se muestran en el Anexo C. (Cronología de actividades relevantes en Ciclo de planeación y programación).

Dentro de la actividad de programación está también la adecuada divulgación de la Programación en donde es necesario comunicar a la organización, los listados finales de la programación de mantenimiento para el próximo ciclo. Para nuestro caso esta divulgación debe ser efectuada los días viernes como se define en el

anexo C (Cronología de actividades relevantes en Ciclo de planeación y programación)

Finalmente en la actividad de programación termina con el inicio de la planeación a corto plazo en donde se debe asegurar los recursos necesarios para que la ejecución sea de una manera eficiente y efectiva, para esto es necesario que para todos los trabajos se organice los llamados Paquetes de Trabajo, los cuales contendrán toda la información requerida para la ejecución de la tarea previamente programada.

Con el fin de asegurar toda la documentación necesaria en los paquetes de trabajo se establece el control mediante la realización de un Check List`s cuya finalidad es asegurar la documentación requerida para ejecutar una actividad de mantenimiento. Ver en anexo E. (Formato Check List Paquetes de Trabajo).

Los anteriores documentos deberán ser agrupados por trabajo, guardados en un bolsillo plástico y almacenados en un lugar de fácil acceso para el personal involucrado en la ejecución de los trabajos. Para lograrlo hemos sugerido agruparlos en carpetas o fólderres por cada día y si es posible por cada disciplina.

5.3 EJECUCION

En la etapa de ejecución es necesario tener en cuenta el tipo de actividad de mantenimiento; planeada o emergencia debido a las diferencias en el flujo de la información. En este estado se ponen las OT`s tipo emergencias y críticas luego de la creación de la OT en MP2 y las que se programan posteriormente a través de la concertación del plan de trabajo preliminar con operaciones.

Dentro de la actividad de ejecución de la programación se deben tener en cuenta el cumplimiento cabal de los procedimientos de trabajos ya que estos consolidan

las medidas de seguridad y medio ambiente a tener en cuenta, así como las instrucciones de trabajo que aseguran la calidad y la uniformidad de los procesos

La elaboración de los permisos de trabajo, al igual que la preparación de los ATS debería ser realizada por el personal de ejecutores, debido a su mayor conocimiento en las tareas a desarrollar.

Los repuestos principales a utilizar en los trabajos programados para un ciclo de programación deberán ser solicitados al personal de almacén máximo el día anterior al inicio del ciclo considerado.

5.3.1 Documentación. Las OT ejecutadas y entregadas por el personal técnico, deberán ser cambiadas al estado EN DOCUMENTACION direccionándolas al gestor documental quien se convierte en el custodio de las OT`s y es el responsable del cargue de la información en MP2.

Las OT que no se ejecutan en la fecha programada, deberán ser devueltas al programador identificando la razón ya sea por falta de disponibilidad de recursos o disponibilidad de equipo y deberán ser incluidas nuevamente en el ciclo de programación. Estas OT`s se ponen en estado REPROGRAMADA y quedan bajo custodia del programador.

En el proceso de planeación y programación, la calidad de la información es fundamental, por tal motivo es necesario la retroalimentación de la orden de trabajo y el aseguramiento de la calidad de los datos.

Para lograr el mejoramiento continuo del proceso, es necesario ejercer el control de las desviaciones que se puedan presentar en el subproceso de la ejecución. Su verdadero objetivo es el cumplimiento de la estrategia de mantenimiento para asegurar la integridad y funcionalidad de los activos dentro del proceso.

Como mecanismo de seguimiento y retroalimentación de la ejecución y programación se ha establecido la reunión diaria; de igual manera para esta reunión se ha diseñado un formato en donde se consignaran las OT`s ejecutadas, las no ejecutadas y OT`s que resultan de averías y desvían el cumplimiento en la programación.

Para el análisis de tendencias, medición de la gestión en el ciclo de planeación – programación, e identificación de oportunidades de mejoramiento y desviaciones respecto a las metas propuestas; es fundamental que los trabajos finalizados se documenten y cierren adecuada y oportunamente cuando se finalice una orden de trabajo.

Posterior a la ejecución de la OT se procede al cargue de toda la información de mantenimiento en MP2, asegurando el direccionamiento de los paquetes de trabajo que deben ser entregados al gestor documental a más tardar el día siguiente de ejecutada la OT.

El gestor documental se encargará de hacer seguimiento a la entrega de los paquetes de trabajo oportunamente posterior a la ejecución de las actividades de mantenimiento.

5.3.2 Cierre de OT`s. Cuando la ejecución de la OT es del 100% y posteriormente al cargue de la información de mantenimiento en MP2 se da por finalizada, se pone la OT en estado CIERRE TECNICO pasando a custodia del supervisor de mantenimiento encargado de área

5.3.3 Captura de indicadores. Con el fin de cumplir con el ciclo de mejoramiento continuo es necesario realizar una medición de la gestión en el ciclo de programación de mantenimiento para identificar las oportunidades de mejoramiento y las desviaciones respecto a las metas propuestas. Por esta razón

se definieron indicadores de gestión para los subprocesos de planeación, programación y ejecución que responden a los puntos que se desean controlar, sin embargo existen indicadores a nivel mundial ya conocidos y que pueden servir como referencia para lograr este propósito. Ver en Anexo F. (Indicadores de gestión en P&S)

La captura de los indicadores de gestión para el ciclo de planeación, programación y ejecución de mantenimiento se desarrolla en el siguiente orden:

- Recolección y procesamiento de datos.
- Análisis e interpretación.
- Divulgación.

Para finalizar, a continuación se resume los elementos del proceso de gestión de planeación y programación bajo la metodología planteada.

Cuadro 7. Elementos proceso de planeación y programación

ELEMENTO	COMENTARIO
<i>C.M.M.S (Sistema Computarizado de Administración de Mantenimiento)</i>	Utilización adecuada del software
Periodo de Planeación y Programación	3 SEMANAS: 1 Semana para planear 1 Semana para programar 1 Semana para ejecutar
Ordenes de trabajo	Utilizar códigos y campos requeridos para la adecuada gestión de la información de mantenimiento y confiabilidad definir flujo de ot bajo procedimiento P&S
Estados de las Ordenes de Trabajo (Flujo de OT)	
Criticidad vs. Prioridad	Matriz de priorización
Duración de los trabajos	Específico de la clase de trabajo. medir horas hombre por tipo de mantenimiento.
Asignación de los Recursos	Procedimiento de planeación y programación específico del la compañía
Procedimientos de trabajo	
Programación y nivelación de los Recursos	
Paquetes de trabajo	Estructura de control de gestión a corto plazo, para aseguramiento de cumplimiento de metas.
Control de la Ejecución y gestión	
Gestión de indicadores de planeación y programación	Indicadores de gestión P&S

Fuente. Autores

6. PROCESO DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN DE CONFIABILIDAD (RIM)

El proceso de gestión de información de mantenimiento y confiabilidad (RIM) por sus siglas en inglés; se basa en la norma de estándar internacional ISO 14224. Esta norma brinda la base para la recolección de datos sobre la cual el proceso RIM establece los lineamientos para la recolección de la información de confiabilidad y mantenimiento para equipos, durante el ciclo de vida operacional. La recolección de esta información es un proceso estructurado, que facilita la toma efectiva de decisiones que resulten en mejoras sostenibles de confiabilidad en los equipos.

El objetivo es determinar y monitorear el desempeño operacional de los activos críticos y generar soluciones efectivas usando herramientas y técnicas de confiabilidad que ayuden a mitigar o eliminar malos actores presentes.

Para logra lo anterior es necesario establecer los aspectos de organización de la información desde la recolección de los datos de eventos de fallas, actividades de mantenimiento preventivo de los equipos críticos hasta la implementación y seguimiento de soluciones efectivas.

Para nuestro caso y con el fin de establecer el alcance de los aspectos de mejora a implementar, fue necesario establecer una matriz de evaluación que permitiera establecer el nivel de la organización en el proceso de gerenciamiento de la información de mantenimiento y confiabilidad.

La matriz de evaluación contemplo los aspectos relacionados con:

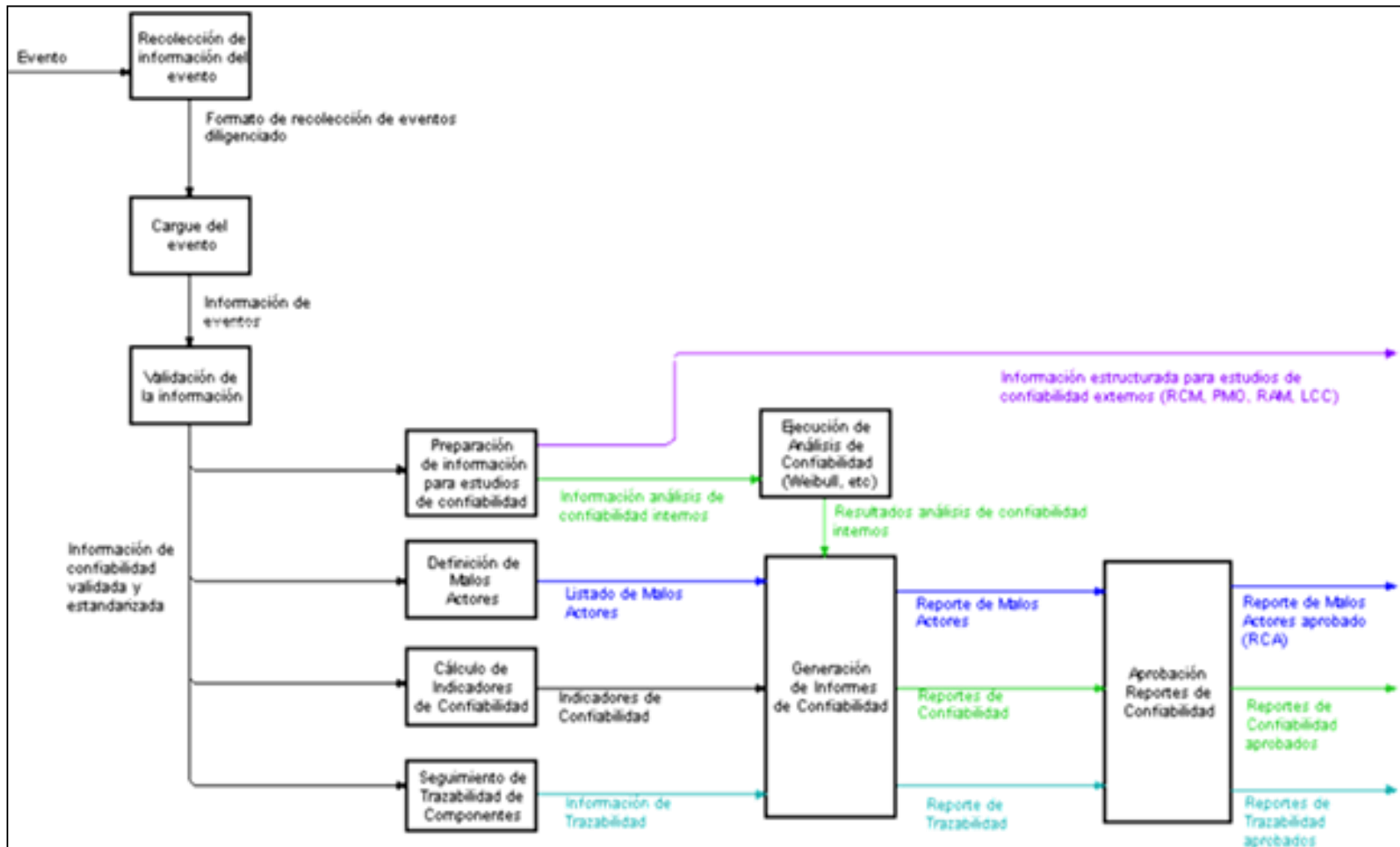
- Información de los registros de equipos en el CMMS-MP2

- Definición del proceso. En donde se revisó la caracterización, documentación, estado y definición de priorización de equipos, definición de parámetros de confiabilidad.
- Recolección y cargue de información.
- Análisis de la información de mantenimiento y confiabilidad.
- Existencia de Reporte de análisis de confiabilidad e indicadores.

El resultado obtenido arrojó que en campo Jazmín el total de desviaciones son del 91.1% y para campo Teca 83%.

A través de este documento se desarrollara las oportunidades de mejora que permitan asegurar de manera sistemática y organizada el flujo de información de confiabilidad de la siguiente manera:

Figura 18. Flujo propuesto de la información de Confiabilidad



Fuente. Autores

6.1 INFORMACION DE MANTENIMIENTO

Partiendo de los hallazgos de oportunidades de mejora encontrados durante la evaluación de mantenimiento en los aspectos de tecnología de la información e información sobre infraestructura e instalaciones; a continuación se desarrolló los aspectos de jerarquización, priorización y clasificación de activos. Por otro lado se dará a conocer la metodología empleada en la optimización de la estrategia de mantenimiento establecida.

6.1.1 Jerarquización de Activos. Uno de los aspectos fundamentales dentro del desarrollado del proceso RIM consiste en la revisión y estructuración del árbol jerárquico de activos que permita el análisis y manejo de la información de mantenimiento.

Partiendo de los principios definidos en la Norma ISO 14224 la información de activos se estructura bajo la siguiente jerarquización

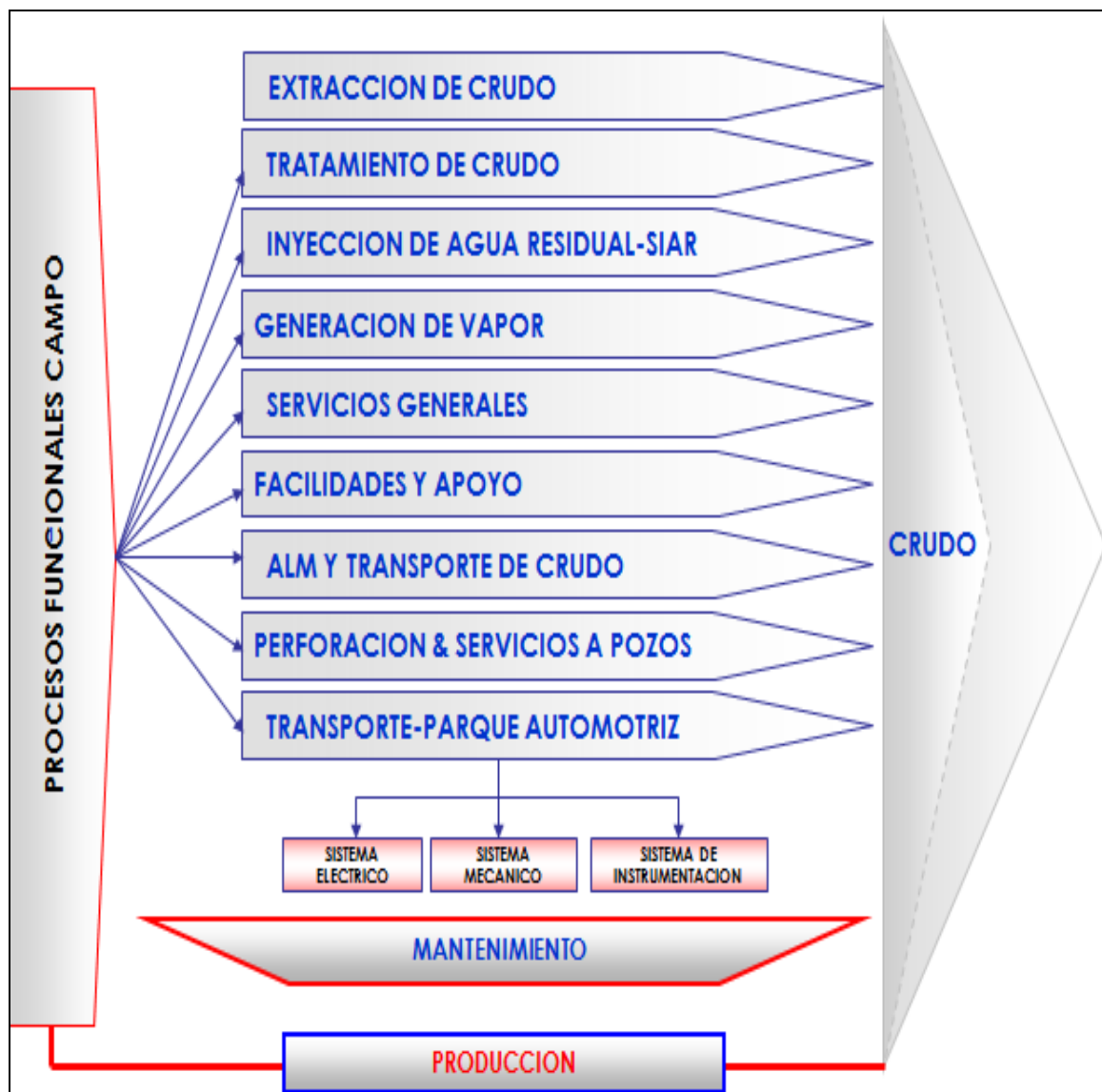
Cuadro 8. Niveles de Jerarquización

NIVEL	JERARQUIA	DESCRIPCION
1	Sistema	Electrico-Mecanico-Instrumentacion
2	Proceso	Extracción- Tratamiento-Energia Eléctrica-SIAR
3	Sub-proceso	Lazo de agua-lazo de aire-lazo control-lazo temperatura etc
4	Equipo	Unidad funcional
5	Item mantenible	Motor-bomba-Válvula-LIT-LSH etc

Fuente. Autores

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación se muestra la estructura del mapa de procesos establecido:

Figura 19. Mapa de Proceso propuesto



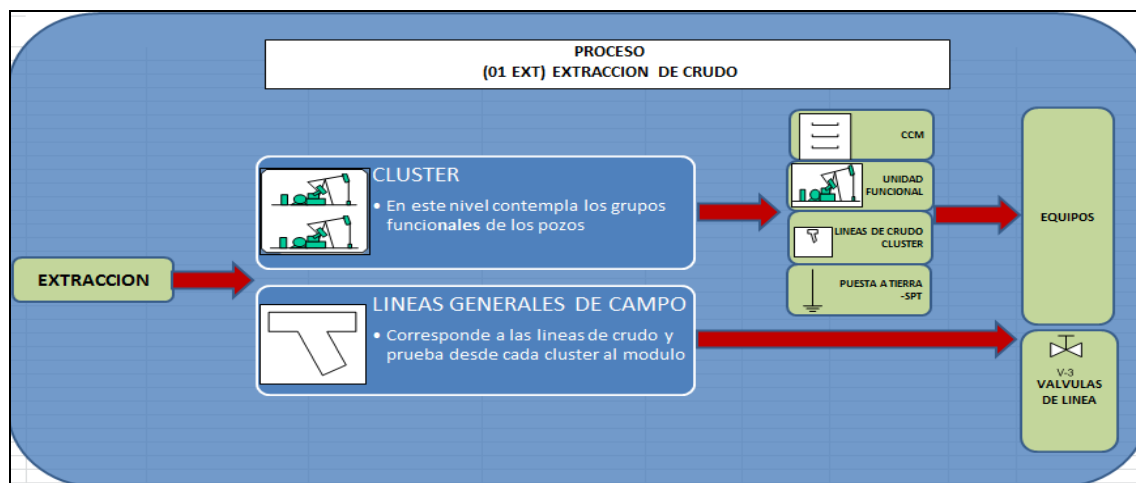
Fuente. Autores

Los procesos establecidos son:

a) **Proceso de extracción de crudo.** En el agrupa los activos de la extracción el crudo de los pozos e involucra los equipos de superficie de cada pozo tales como motores eléctricos, unidad de bombeo, subestación eléctrica, tableros de control pozo, tableros y transformadores de CCM cluster, variadores de frecuencia,

equipos del sistema scada (supervisorio de encendido o apagado de pozos únicamente campo Jazmín-Teca y Nare), equipos de protección catódica de líneas de flujo y válvulas de líneas de flujo que no se consideren libres de mantenimiento.

Figura 20. Esquema Jerarquico proceso de extracción



Fuente. Autores

b) Proceso tratamiento de crudo. Este proceso comprende los equipos que realiza el tratamiento de la emulsión o fluidos de los pozos para tratarlo y entregarlo bajo especificaciones según los requerimientos legales, está conformado por los equipos relacionados como múltiple de crudo y gas, separadores de prueba, sistema de drenajes skimmer, bombas de transferencia de crudo, trenes de tratamiento (separadores de agua libre y tratadores electroestáticos, válvulas de corte, válvulas de control, válvulas de alivio, sensores, controladores), equipos para aire instrumentos, tanques de almacenamiento y protección catódica correspondiente.

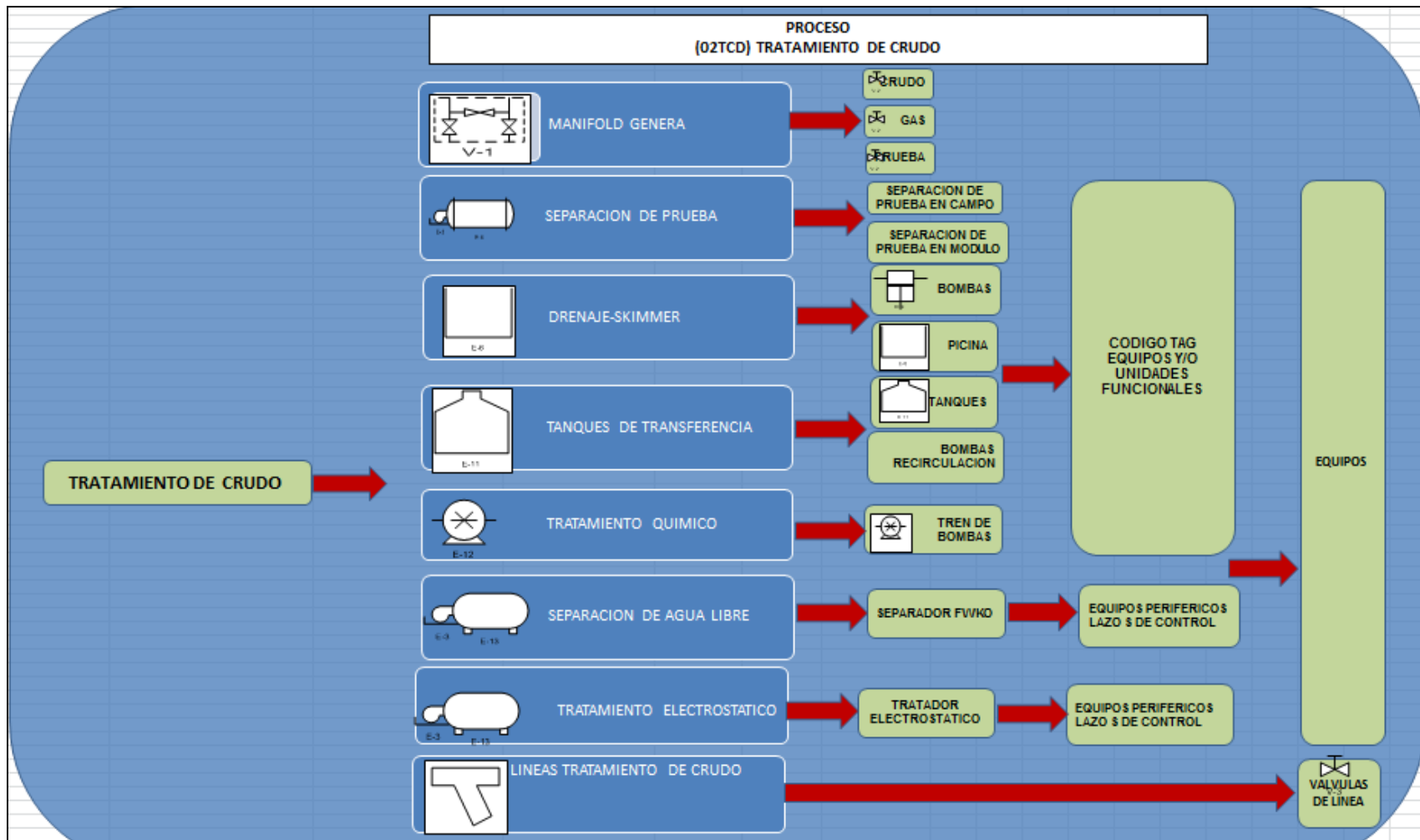
El sistema de tratamiento de gas es el encargado de recolectar el gas de campo y de equipos de tratamiento para procesarlo y entregarlo para consumo en los procesos, está conformado por los equipos para recolección y tratamiento de gas, compresores de gas y válvulas de líneas de flujo, a su vez este sistema tiene un

city gate que interconecta la línea de gas comprado al gasoducto con la red interna del campo.

c) **Proceso de Agua residual SIAR.** Este proceso recolecta los equipos que permiten el tratamiento e inyección a la formación del agua residual del proceso de tratamiento de crudo. El proceso está conformado por equipos tales como celdas de flotación, filtros, bombas triplex, bombas centrifugas booster, motores, variadores de frecuencia media tensión, tableros de control, líneas y válvulas de flujo de agua residual y tanques de almacenamiento.

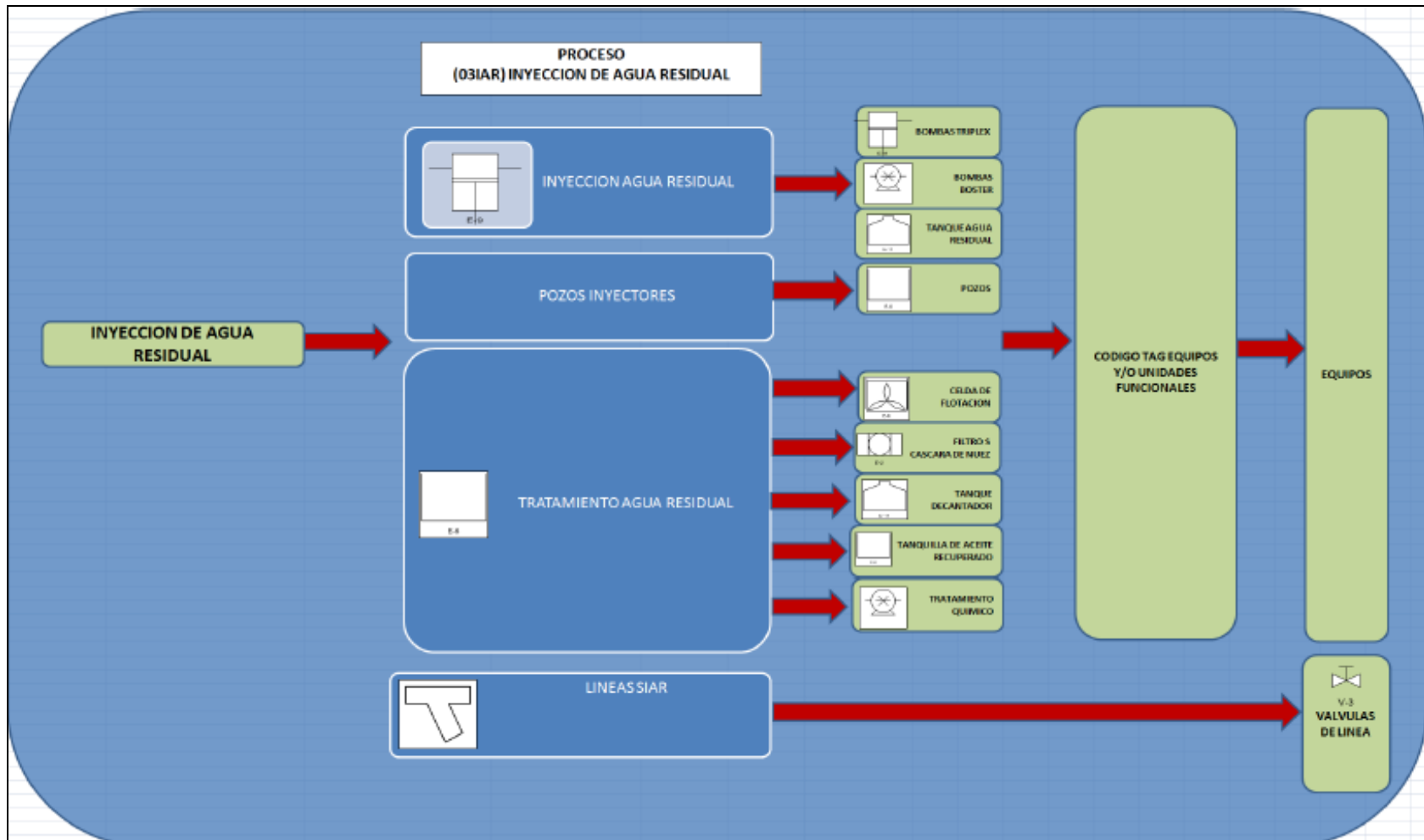
d) **Proceso generación de vapor:** Este Proceso agrupa los equipos encargados de generar el vapor de agua requerido para la estimulación del yacimiento tales como generadores de vapor y equipos de s tratamiento de agua. En este proceso no se incluye las bombas electro-sumergibles de pozo por considerarse libres de mantenimiento.

Figura 21. Esquema Jerarquico Proceso de tratamiento



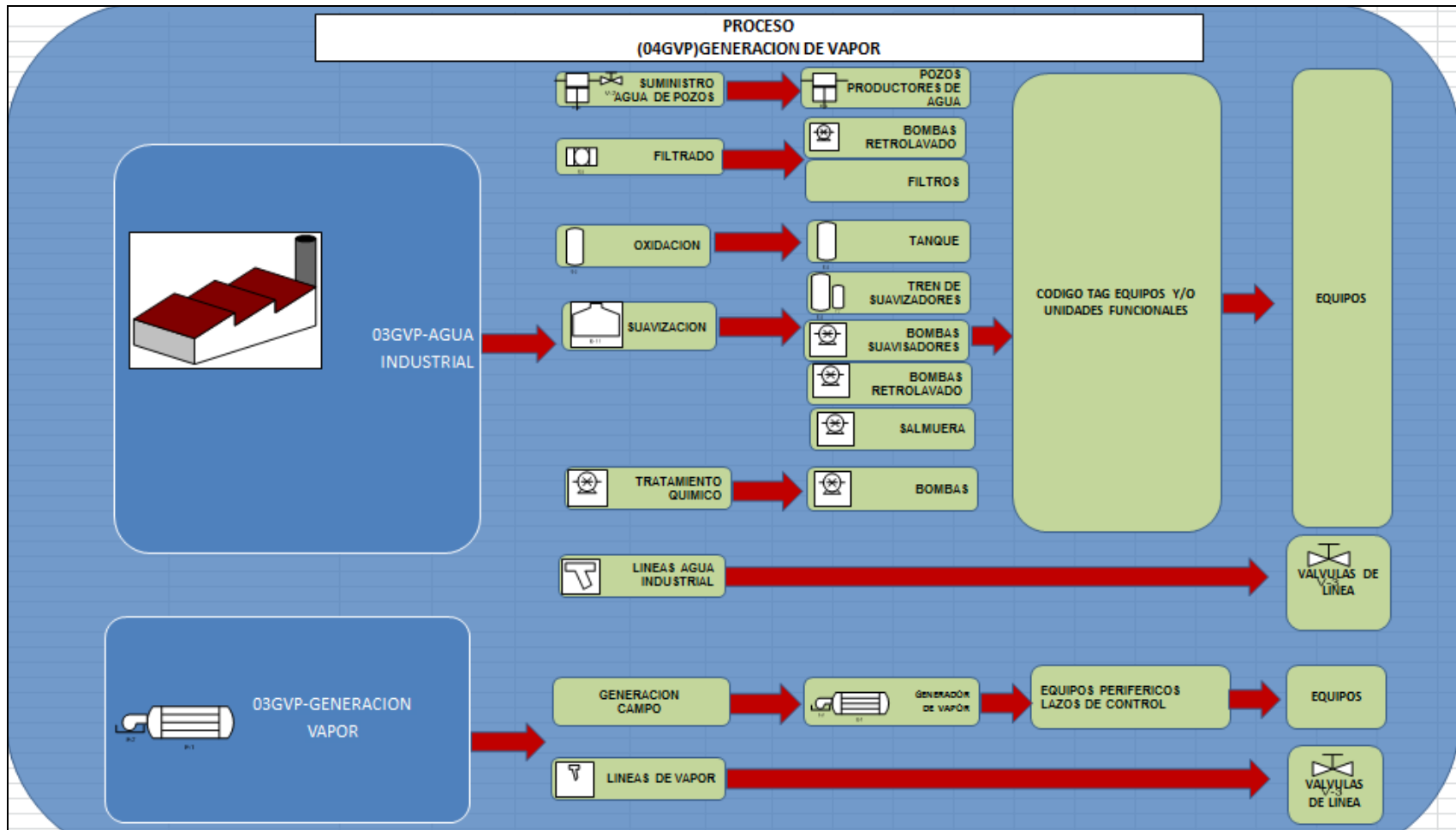
Fuente. Autores

Figura 22. Esquema Jerarquico Inyección agua residual



Fuente. Autores

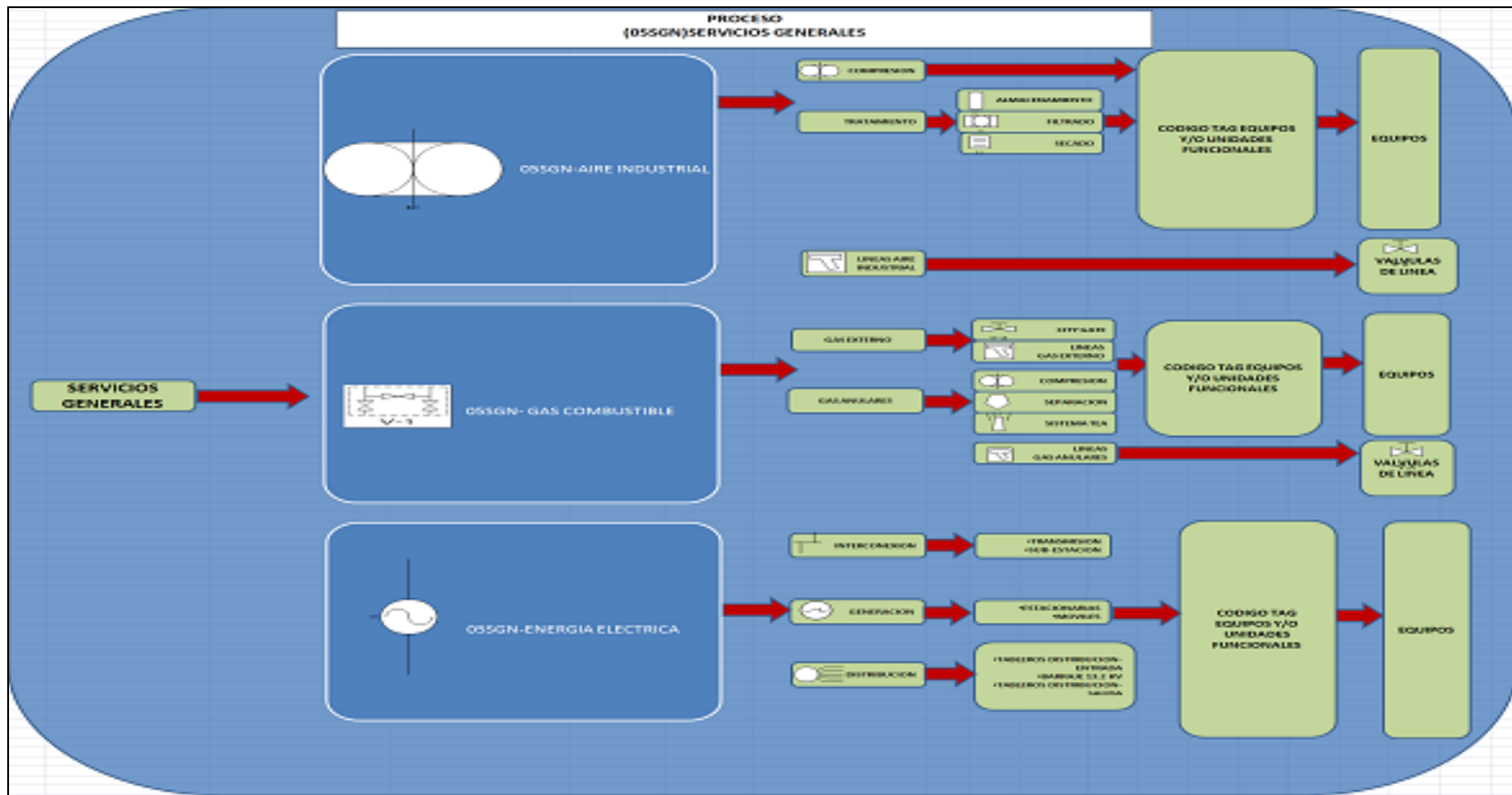
Figura 23. Esquema Jerarquico Proceso de generación de Vapor



Fuente. Autores

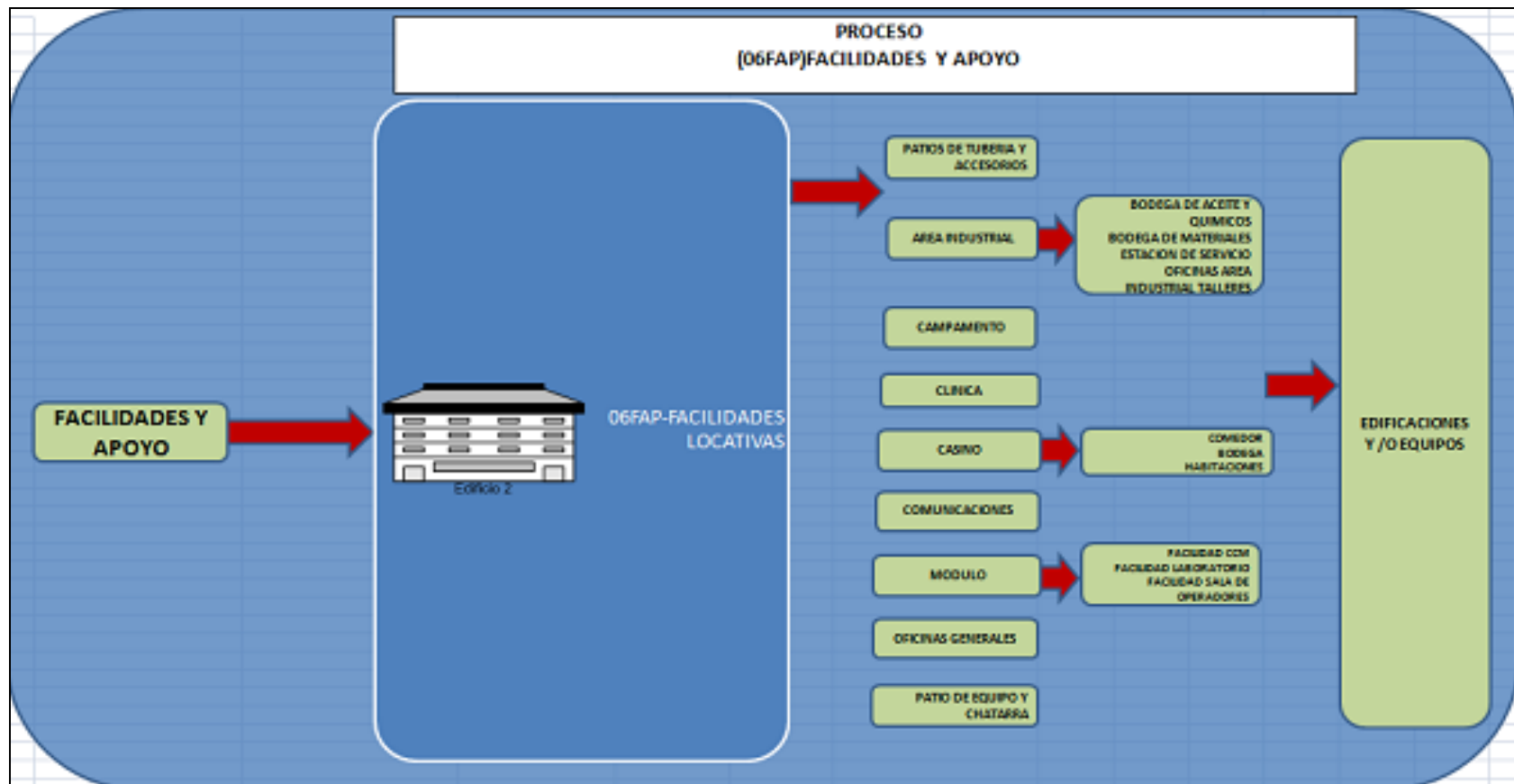
e) **Proceso de servicios generales.** Este proceso contempla los equipos que no hacen parte del proceso pero que suministran algún servicio básico para la operación tal como aire industrial, gas combustible y energía eléctrica compuesto cada uno de ellos en otros sub procesos tal como se observa en el siguiente esquema.

Figura 24. Esquema jerarquico - Proceso de servicios generales



f) **Proceso de Facilidades y Apoyo.** Este proceso igual que el anterior no hace parte del proceso y contempla las facilidades físicas susceptibles de mantenimiento.

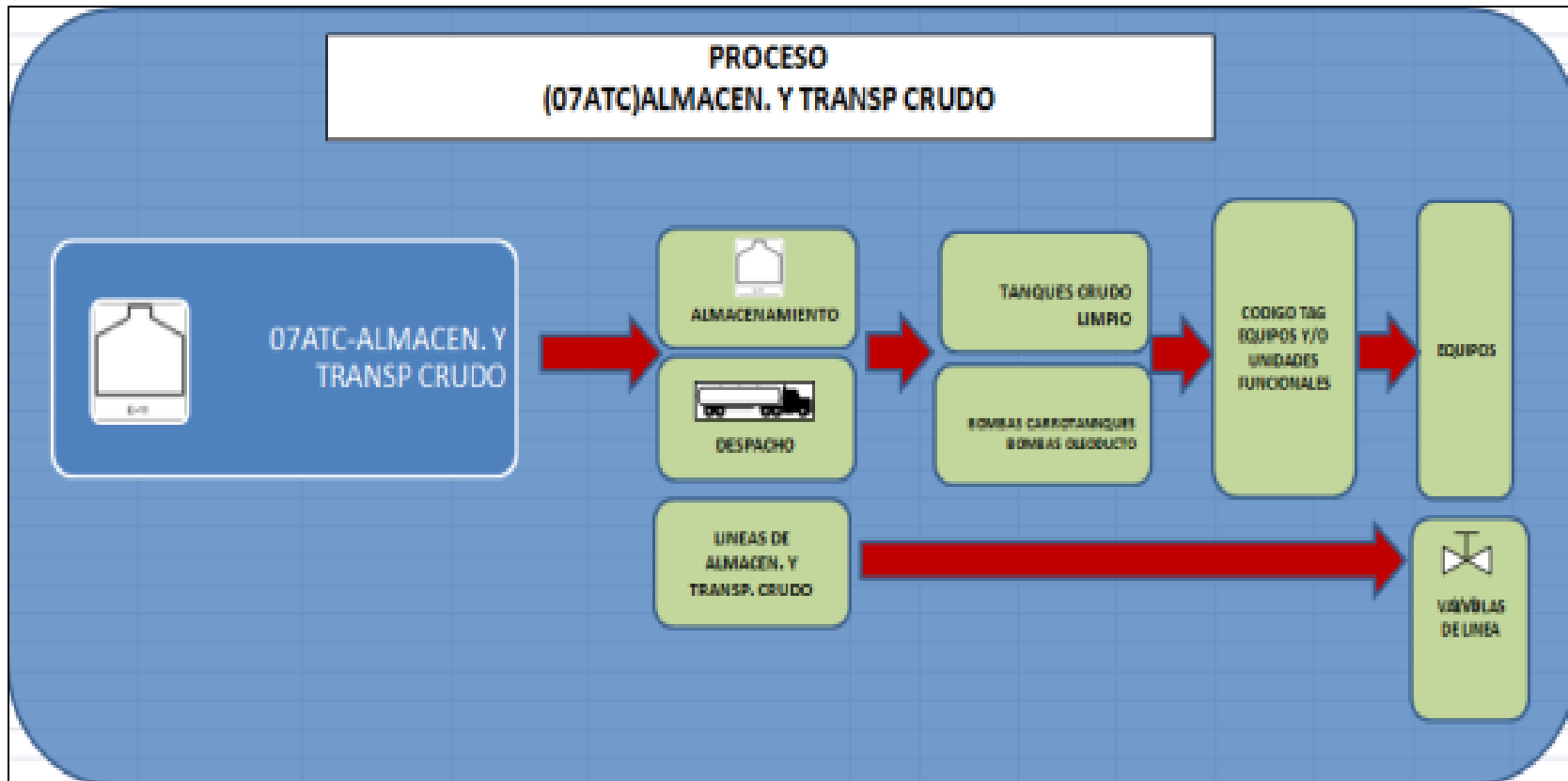
Figura 25. Esquema Jerarquico - Proceso facilidades y apoyo



Fuente. Autores

g) **Proceso de almacenamiento & trasp de crudo.** Esta matriz agrupa los equipos de despacho a oleoducto y cargue a carro tanque, incluyendo las líneas y tanques de crudo limpio.

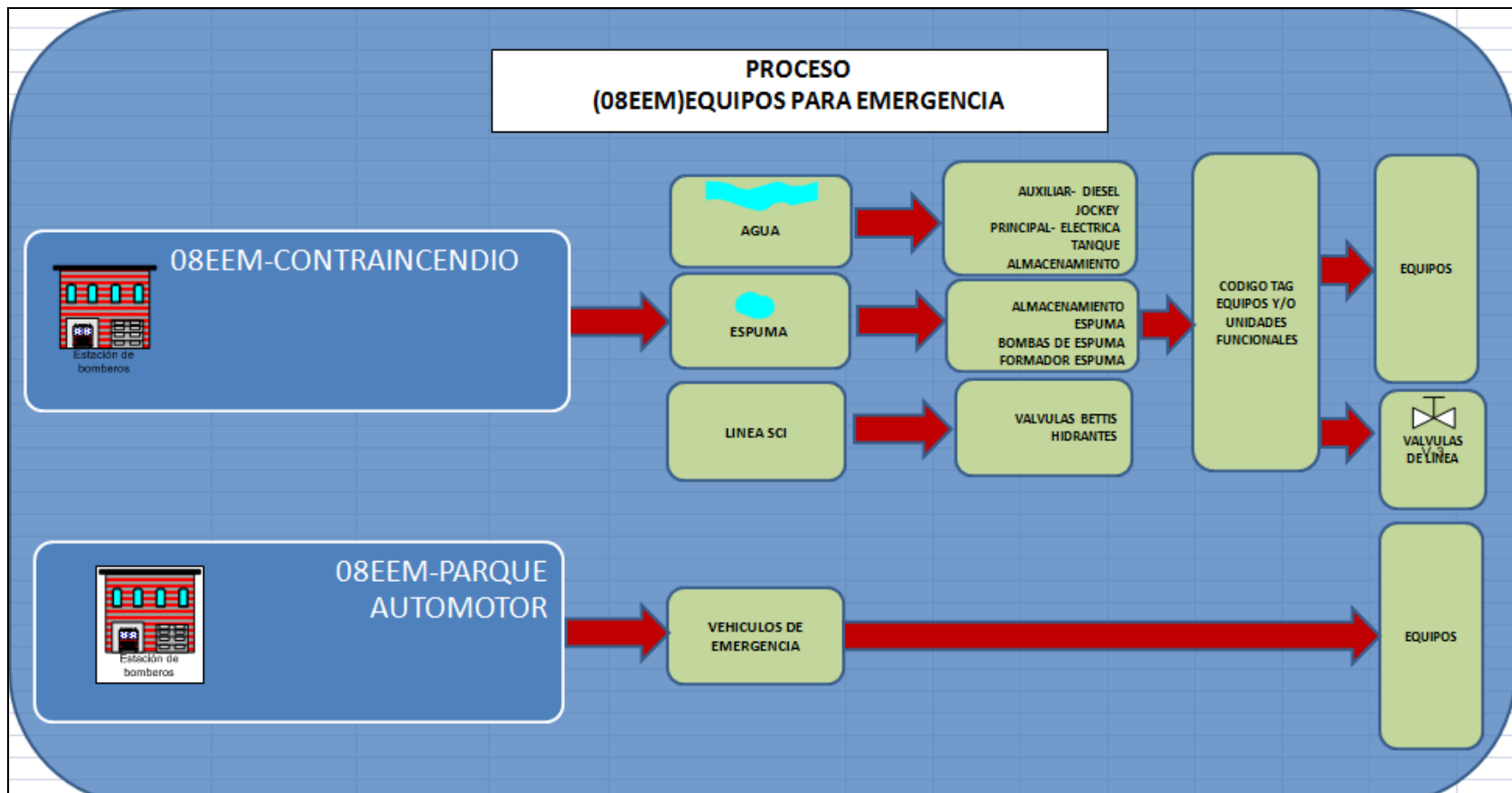
Figura 26. Esquema jerarquico - Almacenamiento y transporte de crudo



Fuente. Autores

h) **Proceso equipos de emergencia:** en él se agrupa los equipos pertenecientes a sistema contra incendio de cada campo.

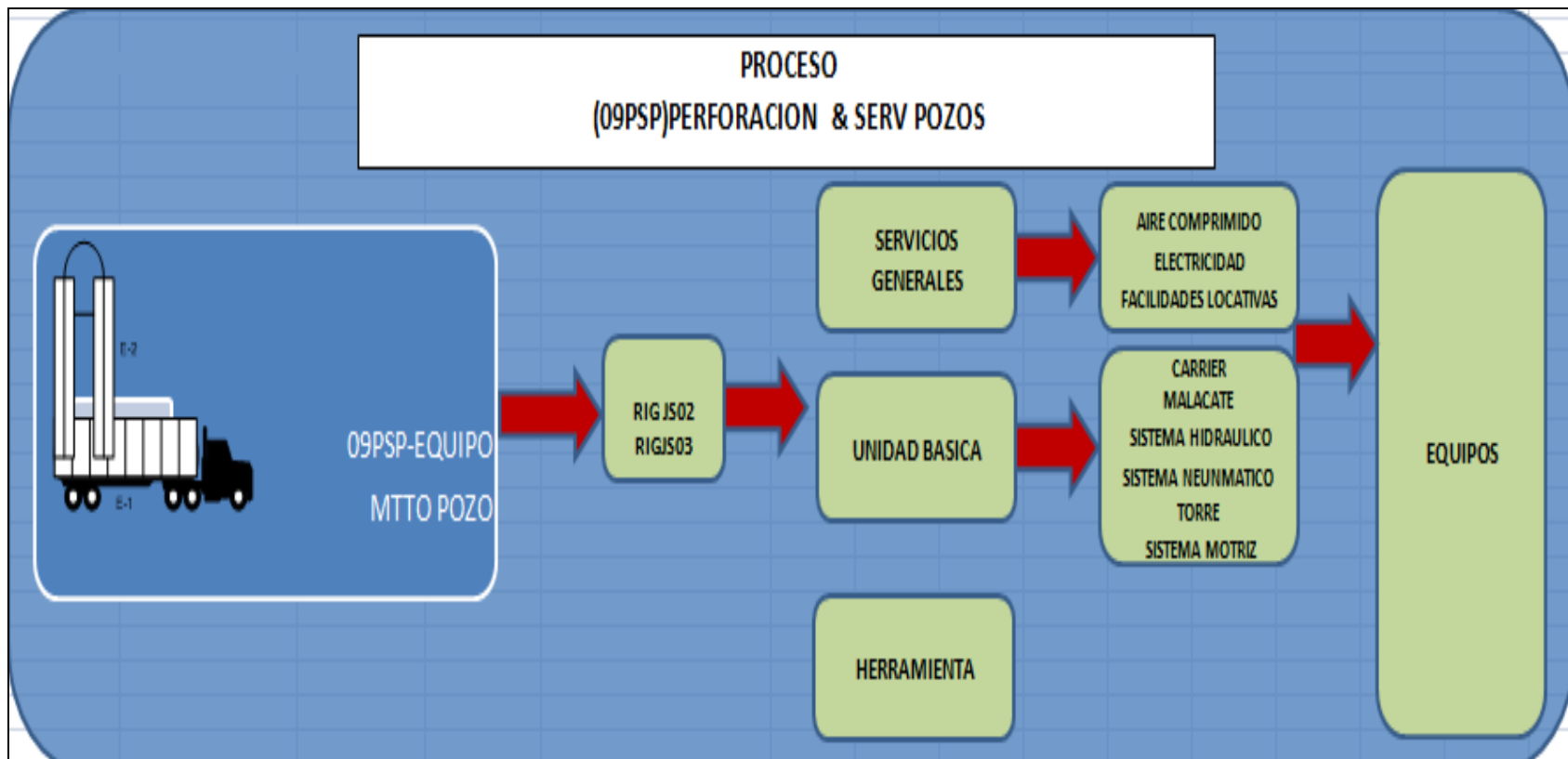
Figura 27. Esquema Equipos de Emergencia



Fuente. Autores

i) **Proceso perforación & servicio a pozos.** En este proceso se organizó los diferentes conjuntos y equipos destinados al mantenimiento y perforación de pozos.

Figura 28. Esquema Perforación & Servicio pozos



Fuente. Autores

Por ultimo en el proceso de transporte, se agrupa los vehículos que componen el parque automotor, de acuerdo con su capacidad en: equipo liviano y equipo pesado.

6.1.2 Criticidad de activos. Tiene como propósito lograr la jerarquización de equipos y/o sistemas en función de su impacto global; permitiendo de igual manera priorizar estratégicamente los esfuerzos en la toma de decisiones, actividades o planes de mantenimiento con el fin de alcanzar efectividad en la aplicación de estudios de confiabilidad operacional.

Para lograr lo anterior se seleccionó como metodología, el análisis de criticidad semi-cuantitativo, bajo el modelo de la norma Norzok Z-008; la cual direcciona los criterios a utilizar en la clasificación.

Las entradas del proceso del análisis de criticidad son:

- Documentación técnica.
- Criterios de decisión.
- Sistemas y subsistemas de activos.

Las salidas del proceso son:

- Criterios de evaluación de criticidad definidos.
- Listado de equipos evaluados según su criticidad.

Para el desarrollo de la matriz de criticidad se creó un equipo multidisciplinario con el fin de llevar a cabo la evaluación de los equipos según los lineamientos de la metodología de análisis de criticidad, con las siguientes funciones:

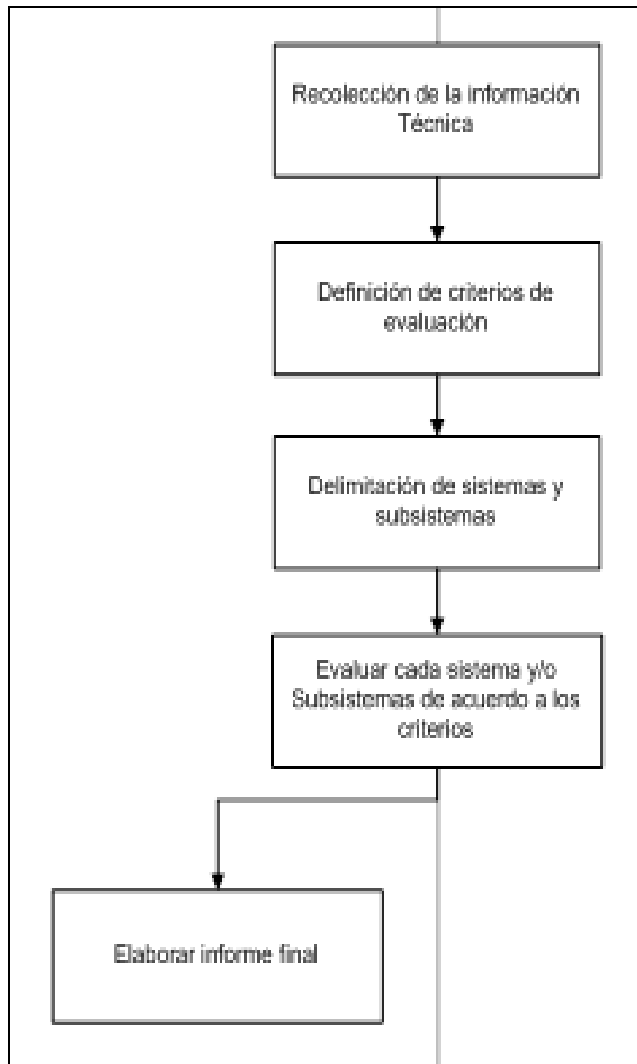
- Establecer los criterios de decisión para evaluar las consecuencias de falla.

- Establecer la delimitación de las funciones y sub-funciones en el proceso.
- Participar de las sesiones de evaluación y llevar la información requerida (documentación técnica).
- Evaluar las consecuencias de falla de manera ágil y correcta

6.1.2.1 Flujo grama análisis de criticidad. En el desarrollo del siguiente flujo grama y con el fin de realizar un análisis bien fundamentado fue necesario durante los talleres de análisis de criticidad recolectar la siguiente información sobre los equipos:

- Descripción detallada.
- Requerimientos de capacidad.
- Condiciones de operación.
- Descripción de equipos y documentación técnica.

Figura 29. Esquema Flujograma de Criticidad



Fuente. Autores

6.1.2.2 Definición de criterios de evaluación de consecuencias. La definición de las clases de consecuencias es un ejercicio que se realizó en concordancia con los criterios que tiene la compañía en materia seguridad, protección a las personas, el medio ambiente, reflejando la operación actual de los campos y la cuantificación de las pérdidas económicas por operación al igual que los costos de reparación y mantenimiento. Los aspectos son los siguientes:

Cuadro 9. Aspectos críticos de Priorización

1	Seguridad	500
1,1	Dispositivo Critico Para la Seguridad SMS	400
1,2	Peligro Potencial al Personal	45
1,3	Severidad Del Peligro al Personal	30
1,4	Requerimientos Regulatorios de Seguridad	15
1,5	Fuego o posible explosión	10
2	Ambiental	200
2,1	Fugas / Derrames materiales Peligrosos	100
2,2	Fugas / Derrames de Crudo	50
2,3	Emisión de Gases a la atmosfera	35
2,4	Requerimientos regulatorios Ambientales	15
3	Impacto en el proceso	150
3,1	Downtime del sistema	5
3,2	Reducción capacidad de producción	10
3,3	Reducción capacidad del sistema	35
3,4	Área Afectada (Grupos de Sistemas)	100
4	Impacto en Mantenimiento	100
4,1	Régimen de Operación del Equipo	50
4,2	Costos de Mantenimiento	20
4,3	Confiabilidad del Equipo	12
4,4	Disponibilidad de Repuestos	10
4,5	Tiempo de reparación MTTR	8
5	Calidad / Seguridad del Proceso	50
5,1	Reclamo Posible del Cliente	20
5,2	Impacto Potencial	15
5,3	Severidad Potencial	10
5,4	Punto Critico de Control	5

Fuente. Autores

A continuación se muestra los parámetros con que fue evaluado cada aspecto de la matriz de priorización

Cuadro 10. Parámetros del aspecto de seguridad Industrial

ítem	CRITERIO*	EXPLICACIÓN	EJEMPLO
1	Seguridad	SALUD Y SEGURIDAD	
1,1	Dispositivo Critico Para la Seguridad	1. ¿Este equipo es indispensable para conservar la integridad física de las personas en caso de emergencia? 2. ¿La función que cumple el equipo, es de proteger la vida de las personas?	Generación de energía eléctrica (planta de respaldo), Sistema Contraincendios, Sistema de Alarmas de seguridad (Cornetas, Altavoces, Detectores de Humo, etc.),
1,2	Peligro Potencial al Personal	1.¿Cuando el equipo se encuentre en funcionamiento, puede afectar la salud de las personas? ¿Que tan grave pueden ser?	Red Eléctrica: En funcionamiento las líneas de Tensión pueden ocasionar una descarga eléctrica tan grave que la persona puede Fallecer. // CCM (Centro de control de Motores)
1,3	Severidad Del Peligro al Personal	1. ¿En Caso de que Falle catastróficamente el equipo, afectará la salud de las personas? 2. ¿Cuáles son las consecuencias que puede llegar a tener el equipo si llegase a fallar?	Tubería de Gas con fuga puede producir una explosión con consecuencias de Fatalidad.
1,4	Requerimientos Regulatorios de Seguridad	1.¿El gobierno ha implementado normas de Seguridad obligatorias para poder operar este Sistema o Equipo?	Calderas, Chimeneas, Sistema Contraincendios, Subestación Eléctrica (Retie), Instalaciones Eléctricas.
1,5	Fuego o posible explosión	1.¿Debido a sus condiciones de operación, puede generar fuego o explosión en caso de Falla? 2.¿Ha sucedido alguna vez que este sistema o equipo halla causado un incendio o una explosión, en su operación normal? ¿Puede llegar a ocurrir el evento? ¿Se sabe de algún caso en otra industria?	Los tanques que almacenan crudo tienen gases explosivos que pueden llegar a ocasionar fatalidades.
2	Ambiental	INTEGRIDAD AMBIENTAL	
2,1	Fugas / Derrames materiales Peligrosos	1. ¿Debido a sus condiciones de operación, puede generar derrames de sustancias peligrosas? 2. ¿En caso de falla el equipo puede causar efectos nocivos al medio ambiente, por causa de fuga o derrame de materiales peligrosos ? (Exceptuar Crudo de Petróleo) Externamente Reportable: Derrame Mayor a 200lt para líquidos o 300kg para sólidos. (Fuente: Guía a respuestas a casos de Emergencias Pag 399) // Afectación de flora y Fauna, Alteración de las propiedades del Agua, Afectación de propiedades del suelo, Generación de molestias a la población Internamente Reportable: Derrame Menor a 199 lts o 299 kg. de material peligroso. Fuga No Reportable: Derrame de bajas proporciones. Ninguno : El Sistema o equipo no genera o funciona con Sustancias peligrosas	Clasificación de sustancias peligrosas Explosivas : Sustancias muy sensibles a la llama, al calor y a la fricción (choques, roces). Ejemplos: Gas natural (melano), gas de garrafas (propano, butano), partículas de polvo de semillas. Inflamables : Sustancias que a temperatura ambiente pueden encenderse en el aire sin aporte de energía. En general desprenden gases y vapores. Ejemplos: Hexano (solvente de extracción), naftas, solventes de uso general, etileno. Combustibles : Sustancias que originan durante su combustión un gran desprendimiento de calor. Reaccionan con gran facilidad con las sustancias inflamables. Ejemplos: Papel, madera, hidrógeno. Corrosivas : Sustancias que en contacto con los materiales de cañerías, equipos y con el tejido vivo (piel, mucosas) ejercen una acción destructiva. Ejemplos: Soda cáustica, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, cloruro de hidrógeno. Oxidantes : Sustancias que en contacto con compuestos orgánicos o cualquier sustancia oxidable pueden provocar incendio o explosión. Ejemplos: Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), ácido nítrico, oxígeno. Irritantes : Sustancias no corrosivas que por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas pueden provocar una reacción inflamatoria. Ejemplos: Tierras filtrantes, solventes de uso general, pinturas, polvo particulado, resinas epoxi, dióxido de nitrógeno. Nocivas : Sustancias que por inhalación, ingestión o penetración por piel
2,2	Fugas / Derrames de Crudo	¿Debido a sus condiciones de operación, este equipo o sistema, puede generar derrames de crudo? Evalúe cuantos barriles puede llegar a derramar y clasifíquelo en los Rangos sugeridos.	Una tubería que transporta Crudo, se puede sobre-presionar y generar derrame con FUGA MAYOR (>10 BL)
2,3	Emisión de Gases a la atmosfera	1.¿Su diseño o funcionamiento genera gases contaminantes? 2.¿Este Sistema o equipo en funcionamiento genera Emisiones de Gases a la atmosfera? ¿En que medida Alto, Medio, Bajo, Ninguno?	Una Tea produce contantemente gases contaminantes a la atmosfera, por lo cual lo calificaríamos con un Nivel Alto.
2,4	Requerimientos regulatorios Ambientales	1.¿El gobierno ha implementado una legislación ambiental para poder operar este Sistema o Equipo?	Calderas, Chimeneas

Fuente. Autores

Cuadro 11. Parámetros del aspecto Impactos (Proceso - Mantenimiento - Calidad)

3	Impacto en el proceso	Impacto en la producción del sistema	
3,1	Downtime del sistema (Tiempo de Paro)	1. ¿Si este equipo falla, en que rango de tiempo afectará la producción del sistema al cual contribuye? 2. ¿Cómo afecta (en tiempo) a los sistemas antecesores (equipos padre)? (>24 HORAS, 8 - 24 HORAS, <8 HORAS, 0 HORAS)	Si fallan los generador del Modulo, estos afectarán el tiempo de producción de Crudo, en un tiempo mayor a 24 horas.
3,2	Reducción capacidad de producción (Crudo)	1. ¿Si el Equipo Falla, en que % se reduce la producción del proceso general (CRUDO) al cual contribuye? Clasificar según rangos establecidos (0%, 25%, 50%, 75%, 100%)	1. Si Falla la inyección Química, La producción de Crudo no se afecta. 2. Si Fallan los generadores se afectará la producción de crudo en un 25%
3,3	Reducción capacidad del sistema	1. ¿La reducción de producción en el sistema, como afecta al conjunto al cual pertenece? 2. ¿Cómo afecta (en capacidad) a los sistemas antecesores (equipos padre)?	1. Si Falla la inyección Química, El proceso de tratamiento de crudo se afecta en un 25% aproximadamente. 2. Si fallan los generador del Modulo, este afectará aproximadamente en un 25% (3/12) de la producción de vapor del sistema general. Aproximando a los rangos establecidos, se coloca 25%.
3,4	Área Afectada (Grupos de Sistemas)	1. ¿Si falla este equipo, que tanto afecta la producción general del Campo? Clasificar el rango de áreas afectadas por este Paro.	Si falla el sistema de Distribución eléctrica se genera una Parada de producción total en el Campo. Si falla el sistema de Almacenamiento de crudo se ocasiona una parada de todos los pozos Inyectores, ocasionando una Parada Total.
4	Impacto en Mantenimiento	COSTO DE OPERACIÓN	
4,1	Régimen de Operación del Equipo	¿Como es la operación común de este equipo o Sistema? ¿Continua, intermitente o es un equipo Standby?	La bomba Principal del sistema de espuma del Sistema contra Incendios, se clasifica como Intermitente.
4,2	Costos de Mantenimiento	¿En que rango podemos clasificar el costo del Mantenimiento de este equipo o sistema? ¿Cuál es el costo de mantenimiento? Incluye costo horas-hombre, repuestos y materiales.	Por ejemplo si Los generadores de vapor del modulo aproximadamente tienen un costo de mantenimiento Anual de USD\$15.000, es decir como hay 3 generadores, el valor es de USD\$ 45.000 Dólares anuales. Se clasifica como un Valor ponderado de 12.
4,3	Confiabilidad del Equipo	Rango en el que se puede clasificar su probabilidad de falla. Promedio de los últimos 6 meses Aproximadamente. Si no se tiene calculo de referencia, consultar el histórico de fallas. Confiabilidad: Se define como la capacidad de un equipo o sistema para cumplir ciertas funciones requeridas bajo unas condiciones dadas en un periodo de tiempo establecido.	El promedio de confiabilidad de los generadores del modulo de hace es de 99.3%, es decir se clasifica como > 95 con un ponderado de 8. $R = \frac{THP - Tnp}{THP} [\%]$ R: Confiabilidad THP: Total horas trabajadas durante el periodo de tiempo analizado Tnp: Total horas fuera de servicio por eventos no planeados n: Número total de equipos en el sistema
4,4	Disponibilidad de Repuestos	1. ¿Su repuesto está disponible de inmediato, o debemos esperar varios días para adquirirlo? (Repuesto causa paro del equipo) 2. Repuesto del equipo o sistema que más puede causar tiempo de consecución, clasificarlo según su disponibilidad: inmediata, menor a 8 días, entre 8 y 15 días, entre 15 y 30 días, Mayor a 30 días.	Por ejemplo si un equipo o sistema tiene repuestos que deben ser importados, normalmente se clasifica como mayor a 30 días, teniendo en cuenta tiempos de legalización.
4,5	Tiempo de reparación MTTR	¿Cuál es el tiempo de paro promedio ocasionado al equipo que tardan los técnicos de mantenimiento realizando las reparaciones típicas? MTTR: Tiempo medio de Reparación: 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.	Cuando se saca de servicio los generadores de energía del modulo, normalmente se ocasionan paros por mantenimiento entre 1 y 7 días, por lo cual lo ponderamos con un valor de 4 $MTTR = \frac{T_{falla}}{\# fallas}$
5	Calidad / Seguridad del Proceso	SERVICIO AL CLIENTE	
5,1	Reclamo Posible del Cliente	¿El cliente puede verse afectado por el impacto que el equipo haya tenido en la producción y la calidad misma? (SI o NO)	Si fallan los trenes de tratamiento de crudo, puede afectarse la calidad del producto, generando un posible reclamo del cliente. Por lo cual se clasifica como un SI , con un ponderado de 20 .
5,2	Impacto Potencial (Calidad)	¿Qué tan grave puede ser el impacto o consecuencia sobre la calidad del proceso o producto? (Alto, medio Bajo o ninguno)	Si falla el sistema de Contra incendio la consecuencia sobre la calidad del proceso es Ninguna se califica con un valor de 0 .
5,3	Severidad Potencial (Seguridad del proceso)	¿Qué tan grave puede ser el impacto sobre la seguridad del proceso? (Alto, medio Bajo o ninguno) Nivel o jerarquía del impacto referente a Seguridad industrial	Si falla el sistema contraincendios la consecuencia sobre la seguridad del proceso es Alta , se clasifica con un Valor de 10 .
5,4	Punto Critico de Control	Existe una operación, práctica, procedimiento, fase, o etapa en la que es posible intervenir sobre uno o más factores para eliminar, evitar o minimizar un riesgo.? (SI o NO)	En los tanques de almacenamiento de despacho, existen medidores de nivel que impiden el riesgo que derrames.

Fuente. Autores

Análisis de los resultados. Los resultados del análisis de criticidad presenta características cualitativas, sin embargo, principios estadísticos son aplicados para determinar si existe una buena estructuración entre las preguntas para reflejar la interrelación entre los procesos y equipos.

A continuación se muestra la escala sobre la cual se clasifica los resultados

Cuadro 12. Escala de criticidad

	Rango	Nombre
A	650-1000	ALTAMENTE CRITICO
B	400-649	CRITICO
C	249-399	ESENCIAL
D	200-249	IMPORTANTE
E	0-199	NO CRITICO

Fuente: Matriz de criticidad de equipos campo Jazmín

Primero se realiza una clasificación de los procesos definidos y luego dentro de cada proceso, la evaluación de criticidad de los equipos que los componen.

La base de datos que se genera a raíz del análisis de criticidad debe ser actualizada de acuerdo con el contexto operacional o los cambios en las características de los equipos.

A continuación se muestra los resultados obtenidos en los talleres de priorización para los procesos establecidos y se da como ejemplo el resultado de los equipos pertenecientes al sistema de generación de vapor.

Cuadro 13. Criticidad de procesos

		4	3	2	6	5	7	1
PROCESOS		GENERACION DE VAPOR	EXTRACCIÓN DE CRUDO	TRATAMIENTO DE CRUDO	ENERGIA ELECTRICA	ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE CRUDO	PARQUE AUTOMOTOR, EQUIPOS A POZOS Y	SISTEMAS DE EMERGENCIAS
CRITICIDAD CALCULADA		B	B	B	C	B	C	A
Valor de cálculo		434	445	531	371	402	333	682
ITEM	Criterio de Evaluación							
1 Seguridad 500								
1.1	Dispositivo Critico Para la Seguridad	400	0	0	0	0	0	400
1.2	Peligro Potencial al Personal	45	45	35	45	45	35	45
1.3	Severidad Del Peligro al Personal	30	30	25	30	30	30	15
1.4	Requerimientos Regulatorios de Seguridad	15	0	0	15	0	0	15
1.5	Fuego o posible explosion	10	10	10	10	10	10	0
2 Ambiental 200								
2.1	Fugas / Derrames materiales Peligrosos	100	60	60	80	0	0	60
2.2	Fugas / Derrames de Crudo	50	20	50	50	0	50	0
2.3	Emision de Gases a la atmosfera	35	20	30	30	0	35	20
2.4	Requerimientos regulatorios Ambientales	15	15	15	15	15	15	15
3 Impacto en el proceso 150								
3.1	Tiempo de parada del sistema	5	4	3	5	5	4	3
3.2	Reduccion capacidad de produccion Crudo	10	8	4	10	10	6	6
3.3	Reduccion capacidad del Proceso	35	35	25	35	35	25	25
3.4	Area Afectada (Grupos de Sistemas)	100	70	70	80	100	80	70
4 Impacto en Mantenimiento 100								
4.1	Regimen de Operación del Equipo	50	50	50	50	50	50	40
4.2	Costos de Mantenimiento Anual	20	20	15	15	15	15	10
4.3	Confiabilidad del Equipo	12	8	8	8	8	8	8
4.4	Disponibilidad de Repuestos	10	10	8	10	6	10	10
4.5	Tiempo de reparacion MTTR	8	4	4	8	2	4	6
5 Calidad / Seguridad del Proceso 50								
5.1	Reclamo Posible del Cliente	20	20	20	20	20	20	0
5.2	Impacto Potencial (calidad)	15	0	0	15	0	0	0
5.3	Severidad Potencial (Seguridad industrial)	10	0	8	10	0	0	10
5.4	Punto Critico de Control - Calidad-seguridad	5	5	5	5	5	0	5
Total 1000		434	445	531	371	402	333	682
CRITICIDAD		B	B	B	C	B	C	A
A	650-1000	ALTAMENTE CRITICO		Critico para la seguridad y la operación de toda la planta				
B	400-649	CRITICO		Critico para la produccion continua en los procesos				
C	250-399	ESENCIAL		Equipos con stand by en sistemas criticos de los procesos productivos				
D	200-249	AUXILIAR		Equipos auxiliares de los procesos productivos				
E	0-199	NO CRITICO		No Critico				

Fuente: Matriz de criticidad de equipos campo Jazmín

Cuadro 14. Criticidad de equipo proceso de generación

PROCESOS	GENERACION DE VAPOR														
SISTEMA	GENERACION DE VAPOR		SISTEMA AGUA INDUSTRIAL												
SUB-SISTEMA	GENERADOR DEL MODULO	CAMPO	SUAVIZACION					FILTRADO	POZOS PRODUCTORES AGUA	AGUA DE SERVICIO	TANQUE AGUA INDUSTRIAL				
GRUPO	MODULO	CAMPO	BOMBA RETROLAVADO	BOMBAS SUAVIZADORES	BOMBAS BOOSTER SUAVIZADORES	SALMUE RA	TRENES DE SUAVIZACION	BOMBAS RETROLAVADO	FILTROS DE ARENA ANT.	POZOS PRODUCTORES AGUA	UNIDAD TRAT AGUA POTABLE	BOMBAS (OFICINAS Y COCINA)	TANQUE K-201		
EQUIPOS	GEN X-517	GEN X-504	P-251A	P-202A	P-202D	X-201	TREN-01	P-250A	FILTRO-01	POZO MODULO	X-203	P-203A	K-201		
	GEN X-502	GEN X-513	P-251B	P-202B	P-202E		TREN-02	P-250B	FILTRO-02	POZO CLUSTER U		P-203B	PROTECCION CATODICA		
	GEN X-503	GEN X-514		P-202C			TREN-03		FILTRO-03						
	GEN X-515						TREN-04		FILTRO-04						
	GEN X-516														
	GEN X-501														
	GEN X-518														
	GEN X-519														
GEN X-520															
CRITICIDAD CALCULADA															
		C	B	E	C	C	C	C	E	D	D	C	E	D	
1 Seguridad	500														
1.1	Dispositivo Critico Para la Seguridad	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.2	Peligro Potencial al Personal	45	45	45	35	35	35	35	35	35	0	45	0	0	
1.3	Severidad Del Peligro al Personal	30	30	30	10	10	10	10	10	10	0	15	0	0	
1.4	Requerimientos Regulatorios de Seguridad	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
1.5	Fuego o posible explosion	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2 Ambiental	200														
2.1	Fugas / Derrames materiales Peligrosos	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2.2	Fugas / Derrames de Crudo	50	30	30	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	
2.3	Emision de Gases a la atmosfera	35	30	30	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	
2.4	Requerimientos regulatorios Ambientales	15	15	15	0	0	0	15	0	0	15	0	0	0	
3 Impacto en el proceso	150														
3.1	Tiempo de Parada del sistema	5	5	5	0	3	4	0	3	0	3	3	5	3	
3.2	Reduccion capacidad de produccion Crudo	10	4	8	0	4	8	0	4	0	4	0	0	10	
3.3	Reduccion capacidad del sistema	35	20	30	0	35	35	0	35	0	20	25	35	0	
3.4	Area Afectada (Grupos de Sistemas)	100	70	70	60	70	70	60	70	0	60	70	60	70	
4 Impacto en Mantenimiento	100														
4.1	Regimen de Operación del Equipo	50	50	50	20	50	50	20	50	20	40	50	50	20	
4.2	Costos de Mantenimiento Anual	20	12	20	8	10	12	8	10	8	8	10	8	10	
4.3	Confabilidad del Equipo	12	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
4.4	Disponibilidad de Repuestos	10	10	10	8	8	8	8	8	8	4	8	4	4	
4.5	Tiempo de reparacion MTTR	8	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	2	
5 Calidad / Seguridad del Proceso	50														
5.1	Reclamo Posible del Cliente	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
5.2	Impacto Potencial (calidad)	15	5	5	15	10	10	15	10	5	10	0	15	5	
5.3	Severidad Potencial (Seguridad industrial)	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	6	0	
5.4	Punto Critico de Control - Calidad-seguridad	5	5	5	5	0	0	5	0	5	5	5	0	5	
Total		1000	388	410	193	267	274	268	267	121	217	222	284	136	245
CRITICIDAD			C	B	E	C	C	C	C	E	D	D	C	E	D
A	650-1000	ALTAMENTE CRITICO	Critico para la seguridad y la operación de toda la planta												
B	400-649	CRITICO	Critico para la produccion continua en los procesos												
C	250-399	ESENCIAL	Equipos con stand by en sistemas criticos de los procesos productivos												
D	200-249	AUXILIAR	Equipos auxiliares de los procesos productivos												
E	0-199	NO CRITICO	No Critico												

Fuente: Matriz de criticidad de equipos campo Jazmín.

Luego de estructurada la jerarquización y criticidad de activos es igualmente necesario dentro del proceso de gestión de información, la clasificación de los activos por familias y la definición taxonómica para cada clase y tipo de equipo, los cuales son pieza fundamental para la definición y seguimiento de malos actores.

Clasificación de activos: A partir de la estructura de jerarquización presentada anteriormente ahora se define la clasificación de los equipos por clase (siendo este el nivel más alto) y tipos, de acuerdo con los criterios finidos en la norma ISO 14224. Para los equipos de instrumentación y control se utilizó los criterios de identificación de la norma ASA -S.5.1.

De acuerdo con la norma ISO 14224, la clase se asocia con la función; cada una en su contexto operacional; entendiendo por función, las razones por las cuales un equipo existe dentro del proceso.

A continuación se da a conocer como ejemplo, alguna de las clases equipos existentes y la correlación con los tipos

Cuadro 15. Ejemplo de clase y tipo de equipo

COD	Descripcion Clase (Español)	COD	Descripcion Tipo
BO	BOMBAS	BOAR	BOMBA ALTERNATIVA RECIPROCANTE
ME	MOTORES ELECTRICOS	BOCA	BOMBA DE CAVIDAD PROGRESIVA PCP
MO	MOTORES A EXPLOSION	BOCE	BOMBA CENTRIFUGA
MZ	MEZCLADORES	BODI	BOMBA DE DIAFRAGMA
PP	PROTECCION PASIVA	BOEL	BOMBA ELECTROSUMERGIBLES ESP
RA	RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO	BOEN	BOMBA A ENGRANAJES
RF	RECIPIENTES CON FUEGO INTERNO	BORP	BOMBA ROTATIVA A PALETAS
		BOSU	BOMBA CENTRIFUGA SUMERGIDA CON ACCIONAMIENTO MECANICO
		BOTO	BOMBA TORNILLO
		BOVA	BOMBA DE VACIO

Fuente: Sistema de información MP2 campo Jazmín

Como se observa, la codificación de identificación de cada familia o clase de equipo está compuesta por dos dígitos alfanuméricos relacionados con el nombre de la clase. Lo tipos dentro de cada clase corresponde a un código de cuatro dígitos alfanuméricos en donde los dos primeros dígitos relacionan la clase y los

dos últimos identifican el tipo. El propósito de esta clasificación es la establecer los modos de avería o falla tal como se observara más adelante.

En la depuración de información efectuada se definió un total de 185 clases de equipos dentro de los cuales se organizaron 10300 registros de equipos.

6.2 INFORMACION DE CONFIABILIDAD

Como Base del proceso de confiabilidad, se debe gestionar la organización de la información relacionada con análisis de fallas (modo, causa de falla) y tiempo de parada.



6.2.1 Modos y causas de falla. Desde el punto de la norma ISO 14224, un modo de falla se puede definir como “la forma en la que un activo pierde la capacidad de desempeñar su función”, o en otras palabras, la forma en que un activo falla. A cada modo de falla le corresponde una acción de mitigación o prevención; por otro lado dentro del análisis se establece los efectos de la falla, los cuales son considerados como la forma en la que la falla se manifiesta, es decir, como se ve perturbado el sistema ante la falla del equipo, ya sea local o en otra parte del sistema.

A través de este trabajo fueron establecidos los códigos de modos de falla que a la fecha se encontraron durante la gestión del contrato; por tanto, de aquí en adelante estos códigos deben ser actualizados a través de un constante seguimiento a partir de los resultados que se obtengan del análisis de confiabilidad (RCA-FMEA) y de los cambios de la estrategia de mantenimiento implementada. Con el fin de estructurar la base historial de modos y causas de falla es indispensable que todas las órdenes de mantenimiento correctivo identifiquen el modo y la razón de acuerdo con clase de equipo asociada en donde los

lineamientos para la recolección de la información deben mantener los estándares ya definidos.

Al igual que los modos; las causas o porque? de fallas se han estandarizadas y codificadas teniendo en cuenta las causas raíces que históricamente a la fecha se han evidenciado en cada uno de los campos. La estructuración y seguimiento debe ser igualmente un proceso dinámico, producto del análisis de confiabilidad (RCA-FMEA) y deben ser el punto de partida o materia prima para el proceso de mejoramiento de los planes de mantenimiento a través de metodologías tales como PMO.

Cuadro 16. Ejemplo clasificación modos de falla

 MODOS DE FALLA O RAZONES DE INTERRUPCIONES 			
CODIGO	Clase de equipo	Codigo	Descripción
CO	Compresores	BRD	Daño severo (fractura, explosión, etc.)
		ELP	Fuga externa de fluido de proceso (gas natural, aire, etc.)
		ELU	Fuga externa de lubricante, aceite sellante, refrigerante, etc.
		ERO	Presión/flujo inestable (oscilante)
		FTS	Falla al arrancar
		HIO	Alta presión/Flujo de Salida
		LOO	Baja presión/Flujo de Salida
		NOI	Ruido excesivo
		OHE	Temperatura excesiva
		PLU	Taponamiento / Estrangulamiento
		VIB	Vibración excesiva
		ADF	Aspiración deficiente.
		EAA	Exceso de Aceite en el aire - gas de salida.
		CAC	Contaminación aceite (Agua, Partículas, etc)
OTX	Otros		
IC	Intercambiadores de Calor	AIR	Lectura anormal de instrumentos (p.e., falsa alarma, lectura errónea)
		ELP	Fuga externa de fluido manejado
		ELU	Fuga externa de lubricante, refrigerante, etc.
		IHT	Transferencia insuficiente de calor calentador/refrigerante
		INL	Fuga interna (p.e., fluidos de proceso o utilitarios)
		PDE	Parámetros monitoreados exceden límites operacionales
		PLU	Taponamiento/Estrangulamiento
		SER	Problemas menores (piezas flojas, decoloración, sucio, etc.)
		STD	Deficiencia estructural (p.e., grietas, fisuras, etc.)
		OTX	Otros

Fuente. Autores

Cuadro 17. Ejemplo clasificación de causas de falla



CAUSA	CODIGO	DESCRIPCION CODIGO
Causas mecánicas	MFG	Falla mecánica - general
	LKG	Fuga
	VIB	Vibración
	DEF	Falla de alineación
	DEF	Deformación
	LOO	Aflojamiento
	STK	Adherencia
Causas por material	MTG	Falla de material - general
	CAV	Cavitación
	COR	Corrosión
	ERO	Erosión
	WER	Desgaste
	BKG	Fisuramiento / rotura
	FTG	Fatiga
	OVH	Sobrecalentamiento
Causas por instrumentos	BRS	Explosión
	IFG	Falla de instrumentos - general
	CTL	Falla de control
	NSA	No hay señal / indicación / alarma
	FSA	Señal / indicación / alarma defectuosa
	OOA	Fuera de ajuste
	SFT	Falla de software
Causas eléctricas	CFM	Modo de falla común
	EFG	Falla eléctrica - general
	SHC	Corto circuito
	OPC	Circuito abierto
	NPV	No hay energía / voltaje
	FPV	Energía / voltaje defectuoso
	ETH	Falla de tierra / aislamiento
Causas por influencia externa	OVL	Sobrecarga
	EXT	Falla por influencia externa - general
	PLU	Bloqueado / taponado / Obstruido
	CNT	Contaminación
	ELS	Tormenta eléctrica

Fuente. Autores

6.2.2 Tiempo de parada. El tiempo de paradas es uno de los datos más importantes de dentro del proceso RIM, través del cual se obtiene y analizan varios de los indicadores de confiabilidad tales como:

MTTF - Tiempo medio para falla

MTTR - Tiempo medio para reparar

MTBF -Tiempo medio entre fallas

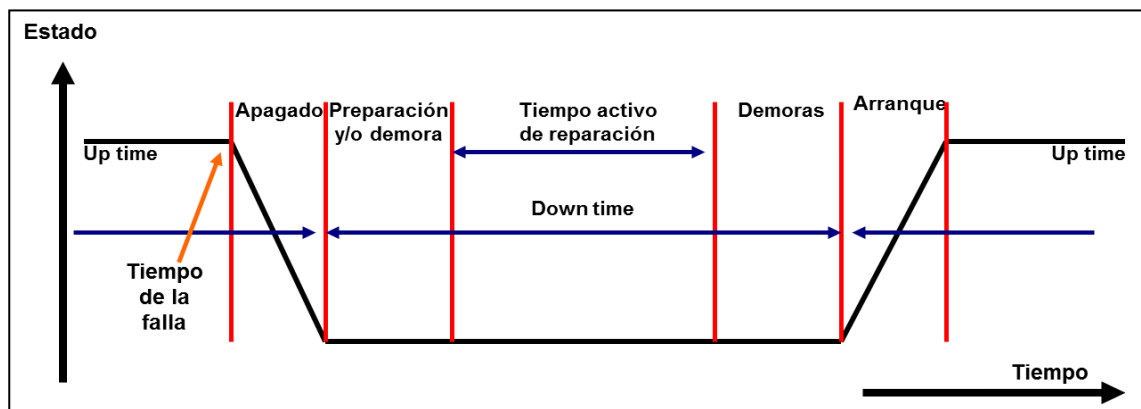
Por esta razón es importante definir adecuadamente el tiempo de parada y los parámetros que se deben tener en cuenta para su estimación y adecuado seguimiento.

Se considera tiempo de parada; el tiempo en el que el equipo está por fuera de su función o que por razones funcionales no puede ser puesto en operación la unidad

Se tiene en cuenta los siguientes tiempos de parada:

1. Desde la hora estimada de parada hasta que se informa a mantenimiento.
2. Desde que se informa hasta que se cumpla la intervención de mantenimiento (Diagnostico, atención o intervención y pruebas)
3. No se incluye el tiempo de arranque por parte de la operación.

Figura 30. Esquema Composición tiempo de parada



Fuente. AMS GROUP LTDA. Gestión de Mantenimiento. Bogotá, 2008.p.33

Todo paro Interno y externo de equipos críticos que afecten la producción, debe ser reportado y registrado de forma adecuada en los campos configurados en la orden de trabajo (OT), la cual deberá ser firmada por un representante de producción u operaciones de MECL.

Cada uno de los eventos reportados deben ser revisados y validados por la(s) persona(s) designada(s) del área de confiabilidad. Posteriormente deberán ser enviados al líder de mantenimiento para su validación.

El software MP2 deberá ser utilizado como herramienta principal para el registro y el análisis de información, identificación y priorización de problemas y generación de reportes de indicadores de confiabilidad.

La información de tiempos de parada será registrada en la OT por parte de los técnicos encargados de la actividad, quienes deberán reportar al operador o al recorridor la actividad tanto al inicio como en su finalización.

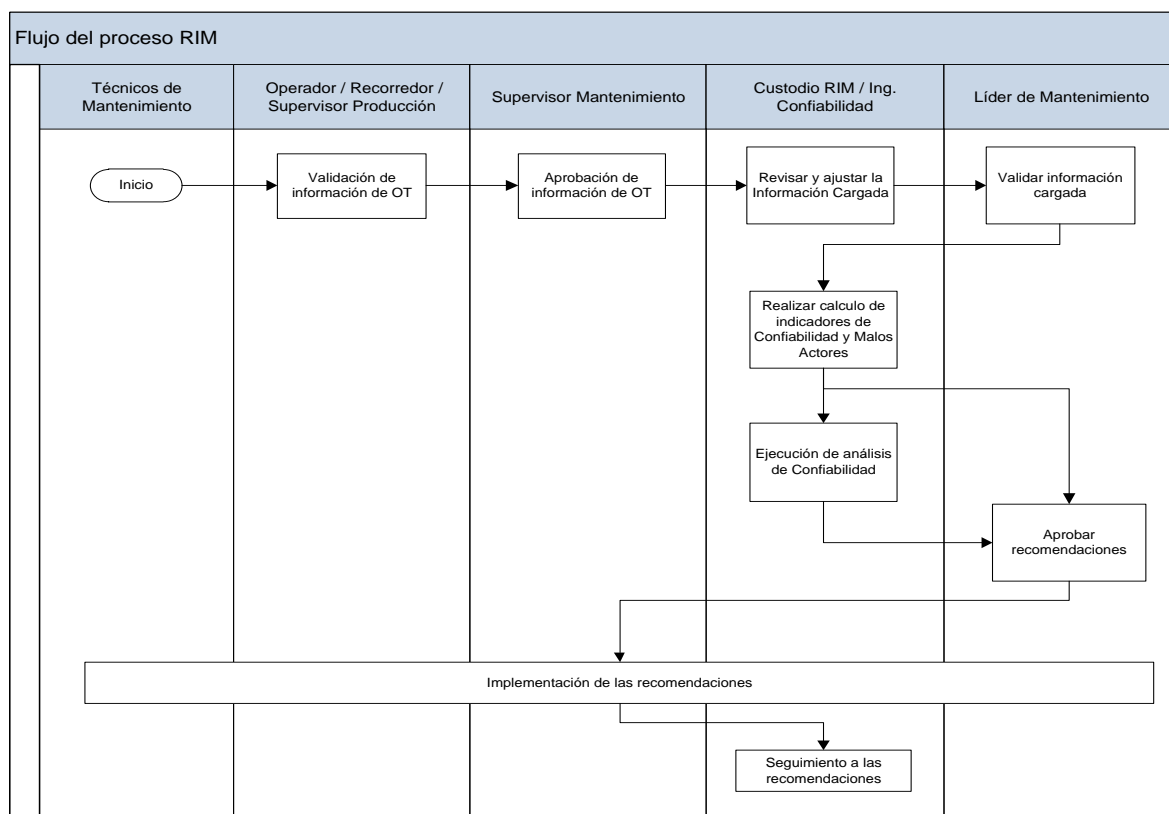
La OT deberá ser diligenciada completamente, incluyendo los campos de modo de falla, causa de falla y tiempos de parada, y deberá ser firmada por el supervisor correspondiente en MECL, bien sea por el supervisor de campo o el supervisor de modulo.

Una vez hecho esto, se entregará la OT al supervisor de mantenimiento quien revisará la información consignada con el apoyo del ingeniero de confiabilidad.

6.3 FLUJO DEL PROCESO RIM

A continuación se presenta el Flujo de Proceso RIM, donde se relaciona las diferentes actividades con los responsables de su ejecución:

Figura 31. Flujo de Proceso RIM



Fuente. Autores

6.3.1 Roles y responsabilidades. De acuerdo con el organigrama establecido, estos son:

Técnicos mantenimiento. Responsables de ejecutar las actividades de mantenimiento del campo

- Registrar adecuada y oportunamente la información de los eventos en la orden de trabajo (tiempo de parada, modo de falla, causa de falla).
- Implementar oportunamente las soluciones efectivas a su cargo, definidas y aprobadas en un análisis de confiabilidad.

Supervisores producción (campo y modulo). Responsables de coordinar y supervisar las actividades inherentes al proceso para garantizar la estabilidad en la operación, disponibilidad y calidad de los proceso de acuerdo con los lineamientos de la dirección de proceso y mantenimiento.

- Avalar la información consignada en la OT de mantenimiento, mediante su firma.
- Implementar oportunamente las soluciones efectivas a su cargo, definidas y aprobadas en un análisis de confiabilidad.

Supervisores mantenimiento. Responsables de coordinar y supervisar las actividades inherentes al proceso para garantizar la estabilidad en la operación, disponibilidad y calidad de los procesos de acuerdo con los lineamientos de la dirección de proceso y mantenimiento.

- Asegurar que todos los eventos de paro de equipos críticos de su área ocurridos en el transcurso del día reportando y documentado oportunamente el formato de captura diaria de paradas.
- Implementar oportunamente las soluciones efectivas a su cargo, definidas y aprobadas en un análisis de confiabilidad.

Ingeniero de Confiabilidad. Persona responsable del aseguramiento del proceso de manejo de información de confiabilidad; encargado de la administración funcional de las herramientas de soporte del proceso.

- Asegurar la documentación y cargue oportuno de los eventos de paro de equipos críticos en el formato de captura de paradas
- Identificar y jerarquizar los eventos crónicos (recurrentes) y malos actores que afectan el desempeño de la compañía.
- Seleccionar el método más adecuado para el análisis de la información de confiabilidad.
- Realizar la ejecución del análisis de confiabilidad.
- Elaborar y presentar el reporte mensual de análisis de confiabilidad ante jefes, directores y gerente.
- Convocar las reuniones mensuales de los indicadores de gestión y desempeño del proceso RIM.
- Realizar el seguimiento a la implementación oportuna de las soluciones efectivas definidas en los análisis de confiabilidad.
- Evaluar la efectividad del proceso RIM a través del seguimiento periódico de sus indicadores de gestión y desempeño.

Líder de mantenimiento. Empleado de Mansarovar Energy Colombia Ltda. Responsable de direccionar y controlar las actividades inherentes a su proceso, encargado de controlar el presupuesto, optimizar costos y cumplir con los requerimientos de calidad exigidos en la organización.

- Hacer seguimiento diario a la documentación y cargue oportuno de los eventos de paro de equipos críticos ocurridos en su proceso por parte de supervisores, operadores y recorredores.
- Aprobar recomendaciones emitidas durante la ejecución de Análisis de confiabilidad.
- Asegurar el cumplimiento de la implementación de soluciones efectivas a cargo de su equipo de trabajo.
- Participar en las reuniones mensuales de evaluación y seguimiento de los indicadores de desempeño del Proceso RIM.

Gerente de campo. Empleado de Mansarovar Energy Colombia Ltda responsable de direccionar y controlar las actividades al proceso productivo total de la para generar rentabilidad a través del cumplimiento de los presupuestos, optimizando costos y cumpliendo con los requerimientos de calidad exigidos en la organización.

- Aprobar recomendaciones emitidas durante la ejecución de análisis de confiabilidad.
- Asegurar el cumplimiento de la implementación de soluciones efectivas a cargo de su equipo de trabajo.
- Participar en las reuniones mensuales de evaluación y seguimiento de los indicadores de desempeño del proceso RIM.
- Monitorear la efectividad del proceso RIM

6.3.2 Descripción y Desarrollo del Proceso RIM

6.3.2.1 Validación de la información. El custodio del proceso RIM o ingeniero de confiabilidad debe hacer una revisión diaria de las órdenes de trabajo de las tareas de equipos críticos registradas del día. Se debe revisar y ajustar la información, equipo, tiempo de parada, modo de falla y causa de falla que ha sido registrada en la OT, unificando criterios, verificando la consistencia de cada uno de los campos.

6.3.2.2 Aprobación de la información registrada. Se debe emitir un informe diario de paradas del día anterior que debe validarse con el líder de mantenimiento, quien firmará el documento y conservará una copia para su archivo.

Una vez haya sido aprobada la información, la OT se documentará en el software de administración de mantenimiento MP2.

6.3.2.3 Análisis de información, identificación y priorización de problemas. Durante esta etapa del proceso, ya se tiene un histórico de eventos de fallas o mantenimientos cargados. Ahora, esta información debe ser analizada de manera detallada con el fin de poder identificar y atacar aquellas fallas crónicas o malos actores que están causando los paros de equipos críticos y pérdidas de producción al interior de la . El primer paso que se debe realizar es calcular los indicadores de confiabilidad a nivel de sistema y equipo, mostrando indicadores como confiabilidad (R), disponibilidad (A), tiempo medio entre fallas – MTBF, etc., en donde cada uno de estos indicadores ayudarán a obtener un panorama global de la situación para luego identificar y priorizar sus problemas.

6.3.2.4 Cálculo de indicadores de confiabilidad. Los índices de disponibilidad, confiabilidad, tiempo medio entre fallas, tiempo medio para reparar, costos, etc., se pueden calcular para todo el sistema o para un equipo en específico.

- **Confiabilidad.** Se define como la capacidad de un equipo o sistema para cumplir ciertas funciones requeridas bajo unas condiciones dadas en un periodo de tiempo establecido.

La fórmula para calcular la confiabilidad de un equipo es la siguiente:

$$R = \frac{THP - Tnp_i}{THP} [\%]$$

Dónde:

R: Confiabilidad

THP: Total horas trabajadas durante el periodo de tiempo analizado

Tnp: Total horas fuera de servicio por eventos **no** planeados

El tiempo de parada no planeado afecta directamente la confiabilidad, se mide y analiza, a fin de evitar la recurrencia de eventos que la puedan afectar.

- **Disponibilidad.** Es el porcentaje de tiempo en el cual un equipo está disponible para cumplir las funciones para la cual fue diseñado durante un intervalo de tiempo definido.

La disponibilidad de un equipo/sistema la podemos calcular de la siguiente forma:

$$A = \frac{THP - (Tnp_i + Tp)}{THP} [\%]$$

Donde,

A: Disponibilidad promedio del sistema

THP: Total horas trabajadas durante el periodo de tiempo analizado

Tnp: Total horas fuera de servicio por eventos **no** planeados

Tp: Total horas fuera de servicio por eventos planeados

La Disponibilidad es una medida que puede ayudar a controlar tiempos de parada planeados

MTTF - Tiempo medio para falla. Es el promedio de tiempo esperado para que ocurra la primera falla de un equipo

$$MTTF = \frac{T_{operación_exitosa}}{\# fallas}$$

MTTR – Tiempo medio para reparar. Es el tiempo promedio para reparar un equipo a su condición de operación normal. Equivale al tiempo total gastado desarrollando todas las reparaciones de mantenimiento correctivo, dividido por el número total de esas reparaciones.

$$MTTR = \frac{T_{falla}}{\# fallas}$$

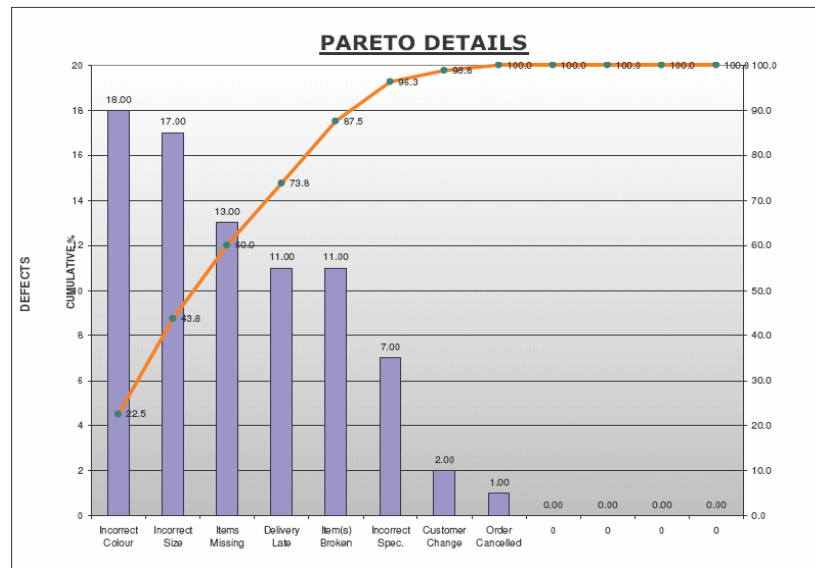
MTBF -Tiempo medio entre fallas: Es el promedio de tiempo que transcurre entre dos fallas en un sistema. Para calcularlo se debe tener en cuenta el tiempo para reparar el sistema y volver a ponerlo en funcionamiento. Aplica únicamente a sistemas reparables.

$$MTBF = \frac{T_{operación_exitosa} + T_{falla}}{\# fallas} = MTTF + MTTR$$

Equivale a la suma del tiempo operativo dividido entre el número total de fallas.

6.3.2.5 Análisis Pareto (Priorización). El análisis Pareto es usado para atacar los problemas de una forma sistemática, que permite medir, analizar, identificar oportunidades de mejora, buscar causas principales de problemas, tomar decisiones y establecer prioridad de soluciones, así como evaluar los resultados de los cambios efectuados en un proceso.

Grafica 6. Ejemplo Diagrama de Pareto



Fuente: Informe sistema de información MP2

El principio de Pareto dice que el 20% de las causas (vitales) producirá el 80% de los efectos, mientras que el 80% de las causas (triviales) solo producirá el 20% de los efectos; sin embargo estas cifras son descriptivas y pueden variar, su aplicación es la descripción de un fenómeno y como tal son aproximadas.

Para realizar un análisis Pareto, se debe realizar una lista con los ítems de mayor impacto en la confiabilidad del sistema (≈ 10) y ordenarlos de forma descendente de izquierda a derecha en barras verticales de acuerdo al impacto de dichos ítems en costos, tiempo de parada o frecuencia, según desde el punto de vista que se desee analizar la información.

Al darle prioridad a los problemas más importantes, mediante el ranking de Pareto por pérdidas de dinero, es posible resolver primero los problemas más importantes para la compañía.

La gráfica es muy útil, dado que permite identificar visualmente de una sola revisión las minorías de importancia vital a la que es importante prestar atención y enfocar los esfuerzos para hacer una acción correctiva sin malgastar esfuerzos y dinero.

6.3.3 Selección del método de análisis de confiabilidad

6.3.3.1 Diagnóstico del problema. Es importante realizar un diagnóstico de la organización para definir los mayores retos a mediano y corto plazo, así como los logros alcanzados. Para esto, utilizaremos el diagrama de Pareto, que relaciona eventos de no confiabilidad y costos asociados, lo que hace posible determinar fácilmente el grupo de malos actores que deben ser atacados, así como sus efectos en el campo. Una vez el problema ha sido diagnosticado, con un objetivo claro, es posible empezar a trabajar en la eliminación de los problemas.

6.3.3.2 Definición del método de análisis. La implementación estructurada de metodologías de análisis de mantenimiento y confiabilidad, utilizando un enfoque de trabajo por procesos, es la manera efectiva de alcanzar los resultados que se buscan.

Como primera medida se buscará eliminar defectos presentes mediante la ejecución de análisis causa raíz - RCA de eventos relacionados con la confiabilidad del sistema y sus costos asociados de acuerdo a lo observado en el diagrama de Pareto.

Los métodos más eficaces de eliminación de defectos están soportados en sistemas de registro y análisis de eventos; donde son llevadas detalladamente las

causas y los tiempos de parada de los equipos. Con esta herramienta es posible medir y evaluar el desempeño de los campos.

La revisión de la estrategia de mantenimiento requiere el listado de formas como puede fallar un equipo o sistema y la forma como se pretende eliminar o mitigar las consecuencias de fallas repentinas, es clave realizar un análisis de modos y efectos de fallas (FMEA)

6.3.3.3 Ejecución del Análisis de Confiabilidad. Para la ejecución del análisis de confiabilidad se necesitará primero identificar la información que requerimos, ¿cómo vamos a conseguirla? (recolección). Luego, se debe realizar la tarea de organizar dicha información y posteriormente entrar a definir el método más adecuado de análisis a utilizar.

Los registros históricos de paradas de equipos críticos permiten calcular los parámetros de falla de los equipos y componentes críticos, al igual que los costos de reparación, intervalo óptimo de mantenimiento, demanda de personal y consumo de repuestos.

Se deben seguir diariamente los siguientes aspectos para un análisis de confiabilidad:

- Establecer y analizar niveles de confiabilidad, disponibilidad, tiempo medio entre fallas y factor de marcha de cada uno de los equipos críticos de los campos
- Revisar y clasificar eventos de parada reportados el día anterior
- Ejecutar análisis Pareto, con el fin de detectar malos actores y eventos asociados a costos.

- Identificar desviaciones y eventos de falla esporádicos que deban ser evaluados utilizando análisis de causa raíz.
- Comparar mensualmente el desempeño operacional con la meta establecida y de tener información suficiente, con el mismo periodo de años anteriores.
- Ejecutar análisis especializados de confiabilidad, tipo weibull, Abernethy Risk, Crow-AMSAA, FTA, FMECA y Barringer Process Plot, para identificar opciones de mejoramiento en el campo, como intervalos óptimos de mantenimiento, mejores tiempos promedio de reparaciones, recursos requeridos y de personal, etc

6.3.3.4 Generación de soluciones. Con base en los resultados obtenidos se definen las recomendaciones necesarias a fin de eliminar los malos actores y llevar a cada uno de los campos a un estándar más alto de desempeño.

Las mejores soluciones serán aquellas que estén orientadas a disminuir las causas vitales de nuestro diagrama Pareto por costos y cuyos efectos sean significativos respecto a los objetivos corporativos de la compañía. Estas deben cumplir con los siguientes criterios:

- Previene o elimina las causas provenientes de la organización (procedimientos incorrectos, normatividad desactualizada, malos diseños, etc.)
- No crea problemas adicionales o situaciones inaceptables
- Se encuentra dentro del control de la compañía
- Se encuentran alineadas con las metas de la organización en general

6.3.3.5 Reporte de análisis de confiabilidad. Mensualmente se realizará un reporte de confiabilidad, con el fin de revisar tendencias de indicadores como confiabilidad, disponibilidad, de equipos críticos. Este reporte será presentado por el custodio del proceso RIM o el profesional de confiabilidad designado para realizar esta labor. A esta reunión es indispensable que asistan los directores de los diferentes procesos, jefes de áreas y gerente de campo.

Trimestralmente se mostrará el reporte de confiabilidad donde se incluyan tendencias acumuladas durante el periodo, indicadores, gráficas de Pareto, acciones pendientes, resultados obtenidos, etc.

Se mostrarán los análisis de confiabilidad pendientes y en curso, seguimientos de calidad de recomendaciones (avance y efectividad) planteados, prioritarios y cerrados

También es necesario incluir diagramas de Pareto por costos de eventos que afectan la confiabilidad del sistema y las paradas más relevantes (top 5) que se tuvieron en el periodo de tiempo analizado, asociado a causas.

Se deben identificar desviaciones con respecto a las metas de desempeño esperadas.

El control de la efectividad de soluciones se hace mediante un seguimiento periódico de indicadores de desempeños establecidos, como de tendencias de costos, pérdidas de producción, confiabilidad/disponibilidad, MTTF, MTTR, como una comparación entre estos antes y después de la implementación de las recomendaciones generadas en el análisis de confiabilidad.

6.4 REVISION PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO

De nada sirve contar con proceso de planeación y programación o un adecuado flujo de una orden de trabajo si no se cuenta con un plan de mantenimiento adecuado que permita cumplir con las expectativas de disponibilidad de cada uno de los activos acorde con los niveles de producción requerida. Por esta razón es necesario dentro del proceso de estructuración del programa de ingeniería de mantenimiento realizar una re-ingeniería del programa de mantenimiento existente con el fin de eliminar los siguientes inconvenientes presentes:

- Actividades de mantenimiento preventivo sin propósito o costo efectivo
- Aplicación de esfuerzos duplicados en el que diferentes grupos realizan las mismas actividades MP (Mantenimiento preventivo).
- Falta de aprovechamiento de inspecciones o rutinas que permitan alcanzar un mantenimiento por condición.
- Falta de actividades de mantenimiento orientadas a prevenir los modos de fallas con criterio y priorización económica.

Por lo anterior es necesario promover como parte de la política de mantenimiento, el mejoramiento continuo de las actividades de mantenimiento.

En la actualidad existen varias metodologías de revisión tales como RCM o PMO. Donde RCM es un proceso que permite desarrollar un plan de mantenimiento en la fase de diseño del ciclo de vida de los activos y PMO se es más adecuado para activos en funcionamiento, como es nuestro caso.

De acuerdo con el estándar SAEJA1011, un programa de RCM debe asegurar el análisis de las respuestas a las siguientes preguntas.

1. Cuáles son las funciones y estándares de desempeño deseados del equipo en su contexto operacional?
2. De qué manera puede fallar y no cumplir con sus funciones (Fallas funcionales)?
3. Que causa cada falla funcional (Modos de Fallas)?
4. Que pasa cuando ocurre cada falla (Efectos de Falla)?
5. En qué forma afecta cada falla (consecuencias de falla)?
6. Que se debe hacer para prevenir o predecir cada falla (tareas de mantenimiento)?
7. Que se debe hacer si una tarea proactiva no previene la falla (acciones por omisión)?.

Con respecto a PMO las preguntas que se responden en el análisis son:

- 1 Que tareas de mantenimiento se llevan a cabo? (Recopilación de tareas de mantenimiento)
- 2 Cuáles son los modos de fallas asociados a una inspección? (Análisis de modos de fallas).
 - a.Cuál es el modo de falla de cada tarea en el plan actual de mantenimiento
 - b. Que otras fallas se han presentado en el pasado que no se han listado o que no han ocurrido y que potencialmente pueden tener consecuencias peligrosas.

3 Que funciones se perderían si cada modo de falla se presentara de manera inesperada? (Funciones).

4 Que pasa cuando ocurre cada falla? (efectos de falla).

5 En qué forma afecta cada falla? (consecuencia de falla)

6 Que se debe hacer para prevenir o predecir una falla? (tareas de mantenimiento)

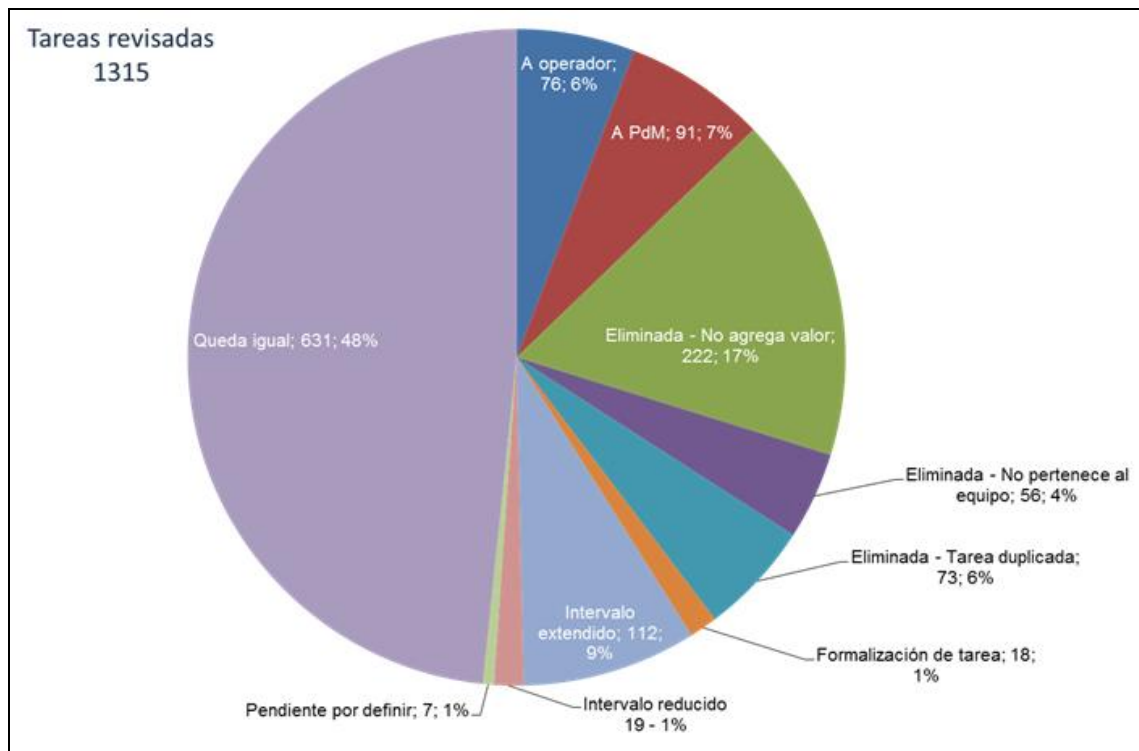
7 Que se debe hacer si una tarea proactiva no previene la falla (acciones por omisión)?.

Para nuestro caso se tomó la determinación de realizar la revisión a través de PMO ya que permite un análisis más flexible y efectivo ya que el trabajo inicia desde el programa de mantenimiento generando un listado de modos de fallas a partir de la evaluación histórica y no de la función de los equipos tal como ocurre con RCM, considerando todos los modos de fallas funcionales razón que hace mucho más largo y dispendioso el análisis.

Aplicando los criterios de criticidad establecidos en este capítulo, se realizó como plan piloto y para efectos de este trabajo el análisis de los planes de mantenimiento de los procesos de generación de vapor y SIAR (Sistema de inyección de agua residual).

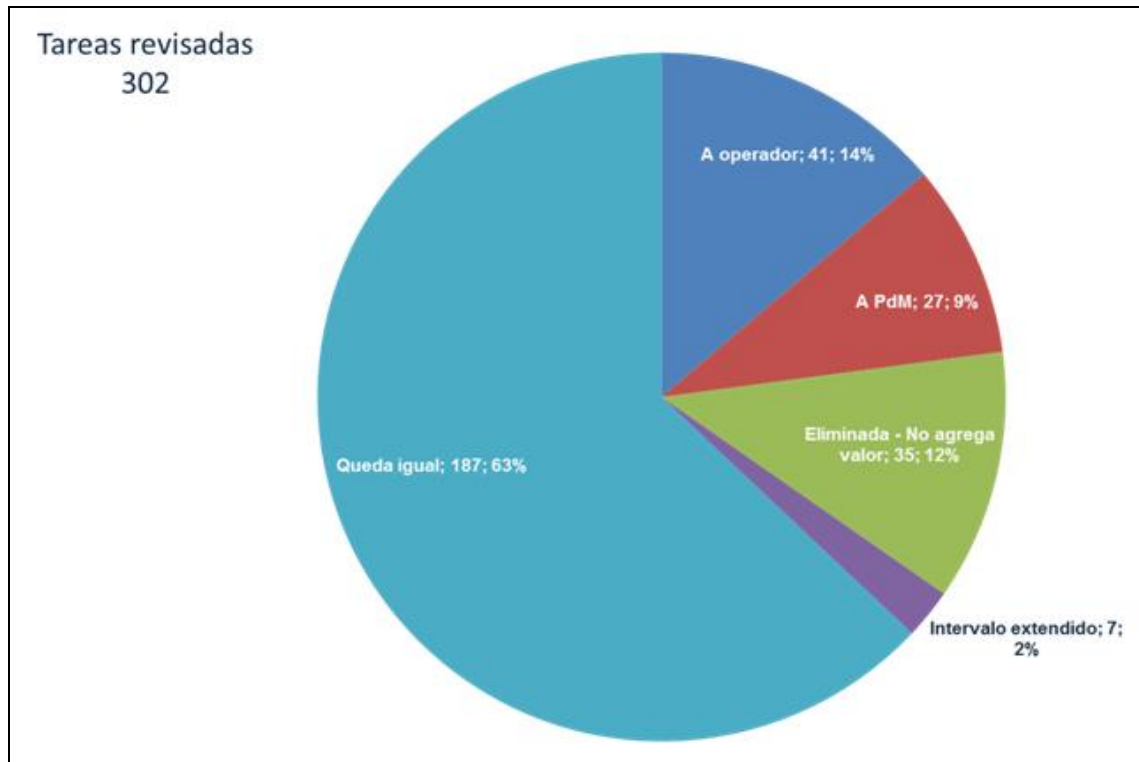
El total de actividades analizadas fueron 1617 cuyos resultados son los siguientes:

Grafica 7. Resultado grafico PMO proceso generación de vapor



Fuente: Taller de PMO Campo Jazmín

Grafica 8. Resultado grafico PMO proceso SIAR



Fuente: Taller de PMO Campo Jazmín

Los conceptos de cambios aplicados en las tareas son

- **Tarea Nueva** – Nuevas tareas creadas
- **Eliminada** – la implementación de técnicas predictivas hacen que algunas tareas no sea necesario ejecutarlas. Algunas tareas se eliminan debido a la duplicación de las mismas y algunas debido a que estaban asignadas a equipos que no son parte del sistema. El porcentaje de estas tareas puede parecer bajo, sin embargo estas representan un alto porcentaje de tiempo de ejecución y costos de mantenimiento y debido a que muchas estaban enfocadas a políticas de overhaul, representaban la recurrencia o aparición de problemas, lo cual se reflejaba en baja confiabilidad y disponibilidad de equipos. El dato exacto de este porcentaje se debe analizar detalladamente, ya que al inicio del taller los tiempos

de ejecución de las tareas no optimizadas no estaban especificados. El taller generó los tiempos de las tareas optimizadas.

- **Queda Igual** – Tareas a las que no se les cambio la rutina de ejecución, sin embargo hubo cambios en la descripción de la tarea
- **Se amplía el intervalo** – Tareas a las que se les amplia la rutina de ejecución
- **PdM** – Tareas que se convierten en rutinas de monitoreo por condición especializado
- **Operador** – tareas que pueden y en su mayoría son ejecutadas por el operador. Estas tareas son de mantenimiento primario, relacionadas con observaciones de comportamiento de los equipos durante su ciclo de operación normal. Muchas de estas tareas eran ejecutadas por personal de mantenimiento al liberar esta carga hacia operaciones el personal de mantenimiento tiene la oportunidad de dedicar más tiempo a tareas analíticas, ejecutar RCAs, etc. lo cual se verá directamente reflejado en la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.;
- pendiente por definir – Tareas a las que no se les definió una rutina durante el análisis.

Los beneficios (mediano a largo plazo) que se espera lograr con la optimización del 100% de las actividades de mantenimiento, como parte del programa de aseguramiento de la Confiabilidad son:

- a. Maximización de la confiabilidad de los activos, que minimiza los tiempos de paradas y por ende incrementa la capacidad operativa. Por lo general el tiempo de paradas por mantenimiento se reduce a la mitad.
- b. Maximización de la efectividad del personal de mantenimiento, personal motivado, para ello se requiere que tengan el conocimiento, el proceso, las

herramientas para mejorar continuamente la confiabilidad de los equipos y entrenamiento en diferentes tipos de metodologías de aseguramiento de confiabilidad.

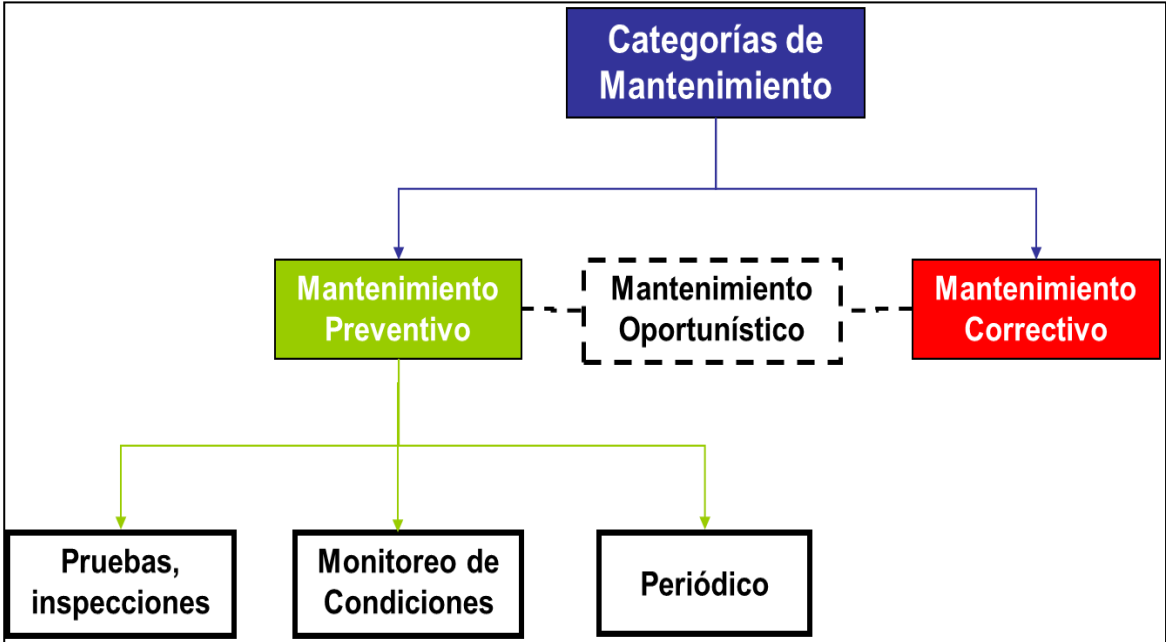
c. Reducción de las penalizaciones asociadas con paradas de producción.

d. Justificaciones documentadas y defendibles para cada tarea de mantenimiento o variaciones de las recomendaciones del vendedor o del fabricante.

e. Mejoras en los estándares de seguridad industrial y medio ambiente gracias a la reducción del mantenimiento correctivo y a la introducción de enfoques controlados y consistentes de las actividades de mantenimiento promoviendo un ambiente de trabajo más estable y no bajo presión.

Finalmente a través de la optimización efectuada a los procesos de generación de vapor y SIAR (Sistema de Inyección de agua residual) se estableció la siguiente categorización de las actividades de mantenimiento la se puede establecer para los demás procesos pendientes por optimización

Figura 32. Categorización del mantenimiento



Fuente. Autores

7. PROCESO RCA

Este capítulo pretende determinar los lineamientos que regulan la implementación, ejecución y seguimiento del proceso de Análisis de Causa Raíz (RCA) de MANSAROVAR, el cual será utilizado en la solución efectiva de problemas que afecten el normal desempeño de las actividades propias de la compañía.

7.1 DEFINICIONES

Análisis de Causa Raíz (RCA): Proceso estructurado de análisis utilizado en la solución efectiva de problemas.

Evento. Cualquier suceso o cadena de sucesos que produzca lesiones a las personas, daños a los activos o al medio ambiente, pérdidas de producción, desviaciones al desempeño operacional y/o financiero del negocio, y deterioro de la imagen corporativa.

Falla esporádica. Falla repentina cuya frecuencia no es alta pero su impacto sí. Esta falla ocurre en forma imprevista.

Falla crónica. Falla con una alta frecuencia de aparición y cuyo potencial de impacto no es alto, pero debido a su alta repetitividad en el tiempo acumula pérdidas altas.

Modo de falla. Manera observada de la falla, forma en que se hace evidente.

Malos actores. Sistemas equipos o componentes con alta frecuencia de falla o alto impacto económico en producción o mantenimiento.

Reporte preliminar de eventos. Documento que reúne la información inicial del evento, incluyendo su descripción general y otros datos básicos requeridos para

darlo a conocer, evaluar su magnitud y clasificarlo según su impacto real o potencial y frecuencia de exposición.

Impacto potencial de un evento. Es el mayor impacto que podría producirse al desencadenarse un evento.

Impacto real de un evento. Es el impacto que en efecto se tiene después de desencadenarse un evento.

Consecuencia. Resultado de un evento expresado cualitativa o cuantitativamente, como por ejemplo una pérdida, lesión, desventaja o ganancia. Puede haber una serie de resultados posibles asociados con un evento.

Matriz de valoración de eventos. Herramienta utilizada para clasificar los eventos y definir el nivel de análisis a partir de su impacto potencial y la frecuencia de exposición.

Equipo RCA. Equipo temporal multidisciplinario encargado de la ejecución del Análisis de Causa Raíz, el cual es conformado por un especialista conocedor del tema bajo análisis, también llamado líder RCA, un facilitador de la metodología de RCA utilizada, personal administrativo, técnico, operadores y demás personal que pueda estar relacionado o que pueda aportar al análisis.

Facilitador RCA. Persona conocedora de la metodología de RCA, que conduce al equipo RCA a la identificación de las soluciones efectivas para mitigar, controlar o eliminar el evento real o potencial analizado, garantizando que se cumplan los objetivos del mismo. También es la persona encargada de documentar el análisis.

Líder RCA. Persona con alto conocimiento y experiencia en el tema a analizar, quién responde ante la administración, por los resultados del taller RCA. Esta persona debe asegurar la documentación del taller y resultados del RCA.

Solución efectiva. Acción encaminada a eliminar, mitigar o controlar las consecuencias o recurrencia del evento (Efecto primario), cuya implementación se encuentre bajo el control de la compañía, que esté alineada con sus objetivos corporativos y que no genere efectos negativos adicionales.

Nivel de análisis. Clasificación del análisis del evento dependiendo de su impacto potencial y la frecuencia de exposición, el cual define los recursos requeridos para adelantar el análisis y la dedicación del equipo RCA.

Términos de referencia (TOR). Documento desarrollado por el responsable de Proceso donde se definen los objetivos, alcance, requerimientos y consideraciones de análisis nivel 3.

RCA Management System. Herramienta computarizada, desarrollada en ambiente Web, que permite administrar y gestionar el proceso de análisis de causa raíz.

7.2 CONDICIONES GENERALES

Con el propósito de lograr los objetivos de análisis necesarios dentro del proceso de RCA, es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los eventos identificados deben ser reportados y registrados utilizando el reporte preliminar de eventos
- El evento reportado es analizado y clasificado por el encargado según el diagrama de flujo establecido, de acuerdo con los criterios definidos en la matriz de clasificación de eventos, dando como resultado los recursos requeridos y la dedicación del equipo RCA.

- La definición del nivel de análisis se obtiene de la evaluación de la potencialidad del evento.
- Con el RCA se busca determinar cuales son las causas que al ser eliminadas contribuyen en mayor medida a la eliminación, control o mitigación del efecto primario (Evento) y se plantean las soluciones que evitarán la recurrencia del evento, convirtiéndose en soluciones efectivas.
- Una vez verificada la efectividad de las soluciones a través de los indicadores de desempeño del proceso RCA, se debe generar una lección aprendida, la cual proporciona la información y experiencias acerca del evento analizado, divulgando las experiencias exitosas e institucionalizando las mejores prácticas.

7.3 RESPONSABILIDADES PROCESO RCA

Teniendo en cuenta el recurso humano disponible, a continuación se da a conocer las responsabilidades de cada uno dentro del proceso RCA

7.3.1 Usuario. (Técnico de mantenimiento, operador, ingeniero supervisores de mantenimiento, ingeniero de producción, jefe de mantenimiento, interventor de contrato)

Persona o funcionario que puede estar involucrado en cualquiera de las actividades del proceso RCA, incluyendo reporte de eventos e implementación de soluciones.

7.3.2 Interventor–Supervisor de Área. (Ingenieros supervisores, interventores de contrato, ingeniero de producción)

- Responsable de que los eventos ocurridos en su área de responsabilidad, sean reportados oportunamente en el RCA Management System.

- Participar en las reuniones mensuales de los indicadores de gestión del Proceso RCA.
- Participar en las reuniones trimestrales de evaluación y seguimiento de los indicadores de desempeño del Proceso RCA
- Asegurar el cumplimiento del flujo del proceso por parte de su equipo de trabajo a su cargo.

7.3.3 Responsable RCA. (Coordinador de contrato, Ingeniero de confiabilidad). Persona responsable del aseguramiento del proceso de análisis de causa raíz. Encargado de la administración funcional de las herramientas de soporte del proceso.

- Asegurar la ejecución y documentación oportuna de los análisis de eventos Nivel 2 y 3 generados
- Realizar el seguimiento a la implementación oportuna de las soluciones efectivas definidas en los análisis de eventos.
- Evaluar la efectividad del proceso RCA a través del seguimiento periódico de sus indicadores de gestión y desempeño.
- Aprobar reporte evento nivel 1.
- Elaborar el TOR para el análisis de eventos nivel 3.
- Elaborar el reporte mensual de indicadores de gestión y desempeño del proceso RCA.

- Identificar y clasificar los eventos crónicos (recurrentes) y malos actores que afectan el desempeño de la compañía.
- Definir los integrantes del equipo RCA, para los eventos nivel 2 y nivel 3.
- Convocar las reuniones sistemáticas de los indicadores de gestión del proceso RCA.
- Convocar a reuniones trimestrales de evaluación y seguimiento de los indicadores de desempeño del proceso RCA.

7.3.4 Facilitador RCA. (Ingeniero de confiabilidad–persona entrenada en RCA)

- Asegurar el cumplimiento de los objetivos y la metodología RCA.
- Documentar los análisis de eventos nivel 2 y 3.
- Concertar los tiempos y fechas objetivo de implementación de las soluciones propuestas en el RCA.

7.3.5 Líder del proceso de la compañía: (Líder de mantenimiento, interventores de contrato). Funcionario de la compañía responsable de conducir su equipo de trabajo en el logro de los objetivos y cumplimiento de las metas de uno de los procesos del sistema de gestión.

- Determinar y asegurar la disponibilidad de los integrantes del equipo RCA, junto con el responsable de área y/o el contratista.
- Asegurar el cumplimiento de la implementación de soluciones efectivas a cargo de su equipo de trabajo.

- Revisar mensualmente el avance en la implementación de soluciones a cargo de su equipo de trabajo, aprobadas en un RCA.
- Realizar reuniones sistemáticas de seguimiento de los indicadores de desempeño de su equipo de trabajo y reportar las desviaciones negativas encontradas (Eventos) en el RCA Management System.
- Aprobar los términos de referencia (TOR) de análisis de eventos nivel 3.
- Aprobar los reportes y soluciones efectivas definidas en análisis de eventos nivel 3

7.3.6 Equipo RCA. El equipo RCA es el conformado para eventos nivel 2 con dedicación parcial y total para eventos nivel 3. La dedicación de cada grupo está enmarcada dentro del procedimiento.

- Desarrollar la investigación de las causas que ocasionaron el evento, siguiendo la metodología RCA enmarcada en la presente norma.
- Participar activamente en las reuniones en las que se desarrolla el taller de investigación RCA.
- Recopilar la evidencia que sustenta las causas planteadas en el diagrama causa efecto en el desarrollo del análisis de causa raíz.
- Proponer y evaluar alternativas de solución efectivas que eliminen las causas y prevengan la ocurrencia del evento investigado.
- Validar el reporte de análisis que se va a presentar al líder de RCA.

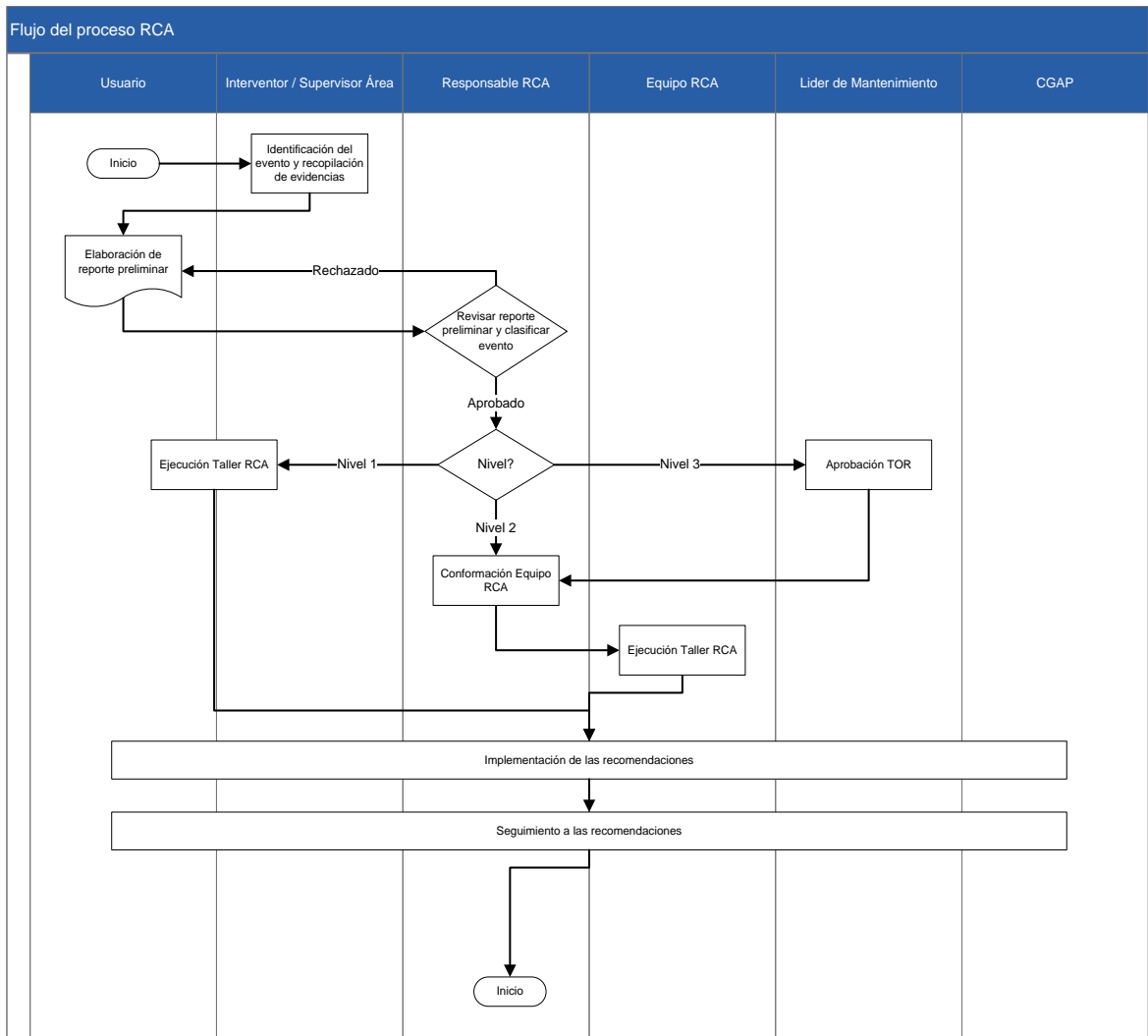
7.3.7 Comité gerencial aseguramiento del proceso (CGAP). (Gerente de campo, jefe de mantenimiento, interventores de contrato, coordinador de contrato, supervisores de contrato, planeadores, ingeniero de confiabilidad)

Es el comité responsable de asegurar el proceso de optimización del mantenimiento de Mansarovar Energy Colombia Ltd.

- Gestionar los recursos necesarios para el desempeño exitoso del proceso.
- Contribuir con la eliminación de los obstáculos administrativos y técnicos que se presenten durante la implementación y desarrollo del proceso.
- Aprobar las recomendaciones que resulten del análisis de falla y que estén contenidas en el informe RCA.
- Asegurar la asignación de los recursos requeridos para la implementación de soluciones efectivas aprobadas en análisis de eventos nivel 3.
- Participar en las reuniones periódicas de seguimiento de indicadores de gestión y desempeño del proceso RCA.

7.4 FLUJO DEL PROCESO RCA

Figura 33. Flujo de RCA



Fuente. Autores

7.5 DESCRIPCION DEL PROCESO

7.5.1 Responder al incidente y conservar la evidencia. Las fuentes de información para identificar los eventos recurrentes pueden ser:

- Informe de tiempos perdidos de producción (atribuibles a mantenimiento)
- Fallas repetitivas: registro de los problemas que se repiten.
- Ejecución presupuestal: Registro de los gastos más altos de mantenimiento.
- Comité de calidad: Reclamos del cliente.
- Condiciones o actos sub-estándar y/o riesgos ambientales.
- Desviación en el cumplimiento de los indicadores de gestión de los procesos.

7.5.2 Recopilación de evidencias. El usuario, soportado con los supervisores e interventores de área, y la asesoría del ingeniero de confiabilidad, serán los responsables de recopilar la evidencia de las fallas que generen el diligenciamiento de una solicitud de análisis de falla. Las evidencias documentadas deben quedar bajo la custodia del coordinador de contrato.

El grupo de análisis del evento necesita desarrollar una estrategia para la recolección de las “4 P” (partes, posiciones, personas, papel). La obtención de evidencia es crucial en los casos de fallas esporádicas, debido a que solamente se pueden obtener una vez.

Dependiendo de la magnitud y características de la falla, puede ser mejor despejar el área hasta que se haya recogido toda la evidencia y si es necesario no se deben iniciar las reparaciones hasta que se haya terminado la investigación. La recolección de las pruebas de fallas crónicas se puede realizar simultáneamente con la realización de las reparaciones, pero se debe organizar apropiadamente. Es de resaltar que esta recolección no debe poner en riesgo la vida o causar lesiones a las personas.

- **Partes.** Para fallas esporádicas, se debe acordonar el área según lo necesario, de manera que la evidencia no se manipule, mueva, “pierda”, etc. Se congela el área hasta que se haya recogido toda la información conocida. Para fallas crónicas la evidencia se debe recoger cuidadosamente puesto que ya se han

iniciado las reparaciones. Un miembro del equipo investigador debe ser testigo del momento en que se descubre la evidencia siempre que sea posible.

- **Posiciones.** Las posiciones de todas las partes y otras evidencias se deben fotografiar o filmar en video, siempre que sea posible. Se deben hacer diagramas mostrando lo que se encontró y donde, con orientación y distancias desde un punto fijo de referencia. La ubicación de las válvulas, interruptores, indicadores, personas, equipo, se deben anotar. Al igual que las condiciones del tiempo y ambientales (Incluyendo iluminación, niveles de ruido y clima).

- **Personas.** Las entrevistas NO se deben efectuar a título de “cacería de brujas”, se deben realizar individualmente preferiblemente en el sitio de trabajo, poco después de que haya ocurrido un evento y antes de que los testigos conversen entre ellos, siempre que sea posible. Los testigos oculares que estuvieron involucrados antes o durante el evento de falla algunas veces constituyen la evidencia más frágil. Las entrevistas pueden incluir al personal de operaciones, mecánicos, supervisores, bomberos, etc.

- **Papel.** También se deben recopilar datos tales como las tendencias de las condiciones del proceso (temperatura, presión, flujo, nivel) y tendencias de vibración. Otros datos pueden encontrarse en impresiones de alarmas, libros de registro, cuadros, procedimientos operativos, instrucciones operativas, hojas de instrucción diaria, notas de trabajo, planos del sitio, P&ID o diagramas de flujo del proceso, dibujos y procedimientos de montaje de equipo, registros de mantenimiento, resultados de pruebas de laboratorio, registros de inspección, etc.

7.5.3 Elaboración del reporte preliminar del evento: El Usuario del área donde ocurrió el evento, diligenciará el Formato de “*Reporte preliminar de Evento*” (ver anexo G)

Se debe registrar la información general del evento, incluyendo su descripción, lugar y fecha de ocurrencia, personal involucrado, la cuantificación aproximada de los efectos reales y/o potenciales del evento y la frecuencia de ocurrencia.

El formato escrito de reporte de preliminar, debe ser entregado a los supervisores de área, ingeniero de confiabilidad o coordinador de contrato (este como último recurso), quienes deben introducir esta información al sistema de información. Igualmente, el supervisor debe realizar la clasificación del evento dentro de las categorías definidas en la matriz de clasificación de eventos (Ver Anexo H).

Se debe tener en cuenta que es fundamental la recolección y conservación de cualquier nivel de información o elementos que puedan constituirse en evidencia a utilizar en caso de requerirse un análisis RCA del evento, como fotos, registros, reportes, partes, entre otras, con el fin de adjuntarlos al reporte preliminar como documentación.

7.5.4 Aprobación del reporte preliminar de eventos. Una vez el reporte preliminar de evento ha sido elaborado por el usuario o persona responsable, este será revisado y validado por el ingeniero de confiabilidad. El reporte preliminar del evento es el resultado de la validación y aceptación del reporte inicial junto a las evidencias recogidas.

7.5.5 Clasificación del potencial de evento. El ingeniero de confiabilidad debe categorizar el evento a partir de la información del mismo. La categorización se hará mediante el reporte preliminar del evento. Igualmente para realizar esta categorización se debe revisar el histórico de eventos con el fin de verificar la frecuencia con la cual se ha presentado.

La información del reporte preliminar deberá permitir clasificar reportado por el usuario, de acuerdo a su impacto y frecuencia, en un nivel de análisis, esta

evaluación se realiza a través de la matriz de clasificación de eventos. El resultado puede proporcionar una clasificación del evento por nivel, de la siguiente forma:

- **Análisis nivel 1.** Esta clasificación corresponde a los eventos de bajo potencial (color verde), requieren el completo diligenciamiento del reporte del Evento por parte del usuario. Los eventos de falla clasificados en la región nivel 1 (color verde) de la matriz son de bajo impacto y no requieren la ejecución inmediata de un análisis de causa raíz. Estos eventos son documentados y almacenados en el RCA
- **Análisis nivel 2.** Corresponde a los eventos de potencial medio, y se representan por el color amarillo. Requieren la creación de un equipo RCA, conformado por personas pertenecientes al equipo del proceso donde se presentó el evento y un facilitador del proceso RCA. Este equipo tendrá dedicación parcial para la ejecución del análisis del evento nivel 2, utilizando los lineamientos de la metodología RCA.
- **Análisis nivel 3.** Eventos de alto potencial, color rojo. Debido a su especial importancia, ameritan la conformación de un equipo RCA formal, con dedicación total a la investigación. Este nivel de análisis requiere la asignación de un líder RCA (líder del proceso de gestión y/o un miembro del comité gerencial CGAP) y un facilitador del proceso RCA formal experto, entrenado en la metodología y el proceso RCA. Se debe garantizar la presencia en el equipo, de usuarios y supervisores expertos en el tema al que se pretende realizar el análisis. Se debe diligenciar los términos de referencia (TOR) que estará bajo la responsabilidad del responsable RCA y cuya aprobación será responsabilidad del líder del proceso de gestión.

7.5.6 Selección del equipo RCA. En el caso de análisis niveles 2 y 3, el responsable RCA deberá conformar el equipo RCA.

Dependiendo de la naturaleza y tipo de evento de falla, el responsable RCA seleccionará al analista principal del equipo, teniendo en cuenta su experiencia específica en el área y su capacidad para liderar y contribuir en grupos de investigación de incidentes y análisis de falla.

Los siguientes aspectos deberán ser considerados para la selección del equipo:

- El grupo debe ser multidisciplinario.
- Debe involucrar personal directamente afectado por el problema o evento, en las dimensiones: tiempo, espacio, lugar o especialidad.
- Debe involucrar personal que pueda estar vinculado con la implementación de la solución.
- El personal que interviene en el RCA o el RF debe ser excusado de sus asignaciones normales de trabajo, total o parcialmente, mientras se encuentre trabajando en el análisis.
- La conformación del equipo depende de la falla que se vaya a analizar. Un equipo puede constar de tres a ocho personas, y contar con recursos externos adicionales si es necesario.
- Entre los miembros regulares de un equipo se pueden incluir personal de operaciones, técnicos, supervisores, ingenieros, inspectores, diversos especialistas (Predictivo, equipo rotativo, etc.), proveedores, etc. En cada análisis estará presente el ingeniero de confiabilidad, quien hará las veces de facilitador del análisis.

- Al menos una persona del equipo debe ignorar los eventos de la falla y actuar como crítico constructivo, o “abogado del diablo” con respecto a las teorías y posibilidades que surjan de la tormenta de ideas.

Se debe promover el pensamiento “no encasillado” (lateral). El equipo debe determinar su misión y lo que desean lograr. El equipo se estará reuniendo con frecuencia, asignando responsabilidades para investigación o verificación adicional y regresando para otras reuniones hasta la conclusión de la investigación y de los informes.

7.5.7 Elaboración del informe de evento nivel 1. Debe ser elaborado por el usuario y líder de área una vez se haya hecho el correspondiente análisis de la falla y se hayan dado las recomendaciones encontradas dentro del análisis. Este informe debe contener la información necesaria para la identificación del evento, que contiene las evidencias recogidas, la clasificación del evento, el análisis realizado y las recomendaciones encontradas. Se utilizará el formato de reporte de falla, utilizando los campos según las necesidades.

7.5.8 Aprobación del informe de evento nivel 1. El informe de evento de nivel 1, será revisado, aprobado y validado por el **responsable RCA** y el **supervisor de área**, al cual corresponde el evento a analizar. Se debe verificar que se tenga toda la documentación de soporte y que las recomendaciones sean medibles y que se puedan efectuar en un tiempo prudente de implementación.

7.5.9 Ejecución análisis causa raíz – RCA. Aplica para eventos niveles 2 y 3. Cada análisis de falla se llevará a cabo en un salón destinado para la reunión del **equipo RCA**, donde podrán recopilar y evaluar las evidencias, dotado de mesa de conferencia, tableros y espacio en la pared para colocar los árboles de falla. También dispondrá de un computador donde quedarán registrados todos los aspectos relacionados en el análisis.

Al inicio de la sesión de análisis RCA, el Líder del grupo deberá leer el **reporte preliminar del evento** o los **términos de referencia (TOR)** del mismo, según corresponda, con el fin de aclararle al grupo el alcance (límites) y objetivos del análisis e identificar los beneficios económicos y/o de seguridad

El Compromiso y los Factores Críticos de éxito del análisis deberán ser definidos de tal manera que cada miembro del equipo conozca el propósito del análisis y sepa si el esfuerzo es exitoso.

El Análisis de Causa Raíz deberá ser realizado por el grupo RCA, según el nivel de análisis. Las diferencias fundamentales entre el Reporte de Falla y el Análisis de Causa Raíz consisten en que este último es extremadamente disciplinado, requiere dedicación completa del grupo de análisis debido a su alto impacto.

7.5.10 Análisis de evidencias RCA. Para los eventos categorizados como de nivel 2 o 3 y con base en la información del evento (Evento nivel 2 o aprobado del nivel 3), se debe realizar un análisis de las evidencias RCA, con el fin de definir los hallazgos significativos de este análisis y que sirvan como la base fundamental en la definición del problema a analizar. El análisis de esta información estará a cargo del **equipo RCA**.

Como herramienta de análisis secuencial de eventos y por medio de esta organización, tener una visión cronológica de los hechos, se debe llegar a la reunión de grupo RCA con la *“línea de tiempo de los hechos”* del evento a analizar. Esta *“línea de tiempo de los hechos”* deberá ser realizada por la(s) persona(s) con mayores conocimientos del evento y/o procesos involucrados.

La metodología utilizada para los análisis se encuentra detallada en el Anexo H.

7.5.11 Elaboración del informe RCA. Para niveles 2 y 3 se deberá diligenciar completamente el formato de reporte de falla, en el que se incluye el listado de

recomendaciones que garanticen la eliminación total del evento de falla analizado, así como un plan de implementación detallado incluyendo las acciones, responsables, prioridades y fechas de cumplimiento para la implementación.

La prioridad de la implementación de una recomendación puede ser alta, media o baja. Para definir la prioridad de las recomendaciones de análisis de falla se utiliza la matriz de priorización de recomendaciones mostrada en el anexo I. Esta matriz tiene en cuenta el impacto o consecuencias del evento de falla desde el punto de vista de las variables contenidas en la matriz de clasificación de eventos (Matriz RCA), además de la recurrencia del evento de falla (fallas / año) como una medida del impacto en la gestión de la compañía y por otra parte el costo de implementación de la recomendación (U\$).

Entre mayor sea la efectividad de la recomendación en la eliminación de la recurrencia de la falla, mayor debe ser el esfuerzo realizado por los responsables para implementarla oportuna y efectivamente. La definición de una recomendación debe ser sencilla, alcanzable, efectiva, realista y con tiempo de entrega definido.

7.5.12 Aprobación del reporte RCA. Comunicar los resultados e implementar las recomendaciones del RCA constituye el paso más esencial del análisis por el solo hecho de dejar documentados los hallazgos de las investigaciones, junto con las recomendaciones derivadas de cada causa raíz.

La aprobación del reporte RCA de nivel 2 debe ser realizada por el líder del RCA y líder de gestión de proceso y algunos miembros del equipo gerencial del programa de gestión de activos cuando sea necesario. Esta actividad es fundamental pues a través de ella se deben asegurar los recursos necesarios para la implementación de las recomendaciones del reporte de RCA de nivel 2. El líder podrá rechazar el reporte de RCA de nivel 2 cuando este no cumple con los requerimientos mínimos exigidos por el proceso RCA o solicitar las correcciones del caso en cuanto a

responsables y recomendaciones. La aprobación del reporte de RCA de nivel 2 implica la liberación de las recomendaciones para su implementación.

De igual forma para el informe RCA de nivel 3, la aprobación de las recomendaciones estará a cargo del comité gerencial de aseguramiento de proceso (CGAP). El grupo deberá validar el informe RCA, para asegurar que cumpla con todos los requisitos de forma y contenido, considerando los siguientes aspectos:

- Que la información general del evento se encuentre completamente documentada de acuerdo a los requerimientos de la metodología de RCA.
- Que el evento y los modos de falla se encuentren correctamente descritos y definidos en el árbol de falla.
- Que se hayan definido los niveles de hipótesis de falla necesarios y que estas hayan sido verificadas correctamente y se encuentren soportadas mediante las evidencias recolectadas (4P's).
- Que las causas raíz hayan sido adecuadamente identificadas en el diagrama causa-efecto
- Que se haya llegado al nivel de causa raíz latente.
- Que las recomendaciones definidas sean efectivas, es decir, que conduzcan a la eliminación de la recurrencia de la falla o la reducción de las consecuencias del evento de falla y que estas sean técnica y económicamente viables.
- Incluya un plan de implementación detallado, incluyendo quién está asignado a qué tareas, prioridades y las fechas objetivo o marcos de tiempo para su implementación y el avance real de las recomendaciones.

De acuerdo con lo anterior se podrá devolver el informe RCA o **el reporte de falla (RF)** al ejecutor para que se hagan las correcciones del caso.

7.5.13 Implementación de recomendaciones: A partir de la aprobación y asignación de recomendaciones del informe RCA o el reporte de evento (RF), los responsables deberán iniciar la implementación de las mismas a través de la creación de las correspondientes ordenes de trabajo, ejecución de proyectos, preparación de procedimientos, revisión de estrategias de mantenimiento y en general el desarrollo de las actividades tendientes a implementar las recomendaciones según corresponda. Los responsables de la implementación de recomendaciones deberán tener en cuenta su prioridad, enfocando todos los esfuerzos necesarios para cumplir con las fechas de implementación de las recomendaciones, iniciando por las de prioridad alta, de acuerdo a lo definido por los equipos de análisis.

El Comité gerencial de aseguramiento de proceso CGAP: es el encargado de asegurar que se retiren los obstáculos existentes para la implementación de recomendaciones de análisis de falla, con miras a alcanzar el éxito.

7.5.14 Seguimiento a implementación de recomendaciones. El seguimiento de los resultados es por lo general el aspecto más ignorado en el proceso análisis de causa raíz y es uno de los más importantes. Los sistemas de seguimiento se deben incluir en el sistema de información de RCA y deben incluir puntos tales como:

- Lista de recomendaciones que hayan sido aprobadas.
- Lista de personas asignadas a cada punto de acción.
- Mostrar las fechas estimadas de implementación y su estado actual.
- Publicar los éxitos y mostrar los ahorros netos.

Los responsables de la implementación de acciones y recomendaciones de análisis de causa raíz deberán estar enterados de los porcentajes esperados y reales de avance de las recomendaciones correspondientes. Igualmente deberán reportar el avance de las recomendaciones a su cargo con el respectivo soporte.

El responsable RCA y el ingeniero de confiabilidad en compañía del líder del proceso de gestión de la compañía, liderará el seguimiento a las recomendaciones que se encuentren abiertas, para verificar y garantizar el cumplimiento de dichas recomendaciones. Igualmente serán los encargados de llevar el control sobre el avance en la ejecución de reportes de falla y la implementación de las diferentes recomendaciones de análisis de causa raíz a través de reuniones trimestrales de seguimiento sistemáticas y emitirá un reporte en el que se muestren las recomendaciones atrasadas o no ejecutadas, el porcentaje (%) de avance en la implementación de las recomendaciones, acciones atrasadas con su responsable, fecha de cumplimiento, (%) de avance, comentarios y acciones preventivas y correctivas tendientes a lograr el mejoramiento de este proceso.

Cada una de las personas responsables de la implementación de recomendaciones deberán reportar oportunamente su porcentaje de avance y comentarios. Al completar la implementación de una acción determinada se debe reportar el costo aproximado de esta.

Siempre que una acción se reporte como terminada deberá existir un soporte para certificar su finalización.

Cuando una recomendación de prioridad alta se encuentre vencida sin haberse completado, el responsable de su implementación deberá diligenciar un formato de aplazamiento de recomendaciones, el cual deberá ser firmado por el comité gerencial de aseguramiento de proceso (CGAP) será el encargado de emitir en cada reunión de seguimiento el reporte de las recomendaciones de prioridad alta que se encuentren vencidas y que requieran el diligenciamiento de este formato.

Los formatos diligenciados serán archivados en una carpeta pública junto con el paquete de documentación correspondiente al RCA.

Cuando todas las recomendaciones de un análisis de causa raíz hayan sido cerradas y validadas el responsable RCA cerrará el seguimiento

Evaluación de la efectividad de los análisis. El responsable RCA será el quien hará el seguimiento de la efectividad del análisis de causa raíz, mediante la medición de los indicadores de gestión y desempeño. Ver anexo J

El responsable RCA, enviará a validación la evaluación de la efectividad de los análisis con el fin de verificar su efectividad. Al líder del proceso de gestión

Este grupo verificará que el análisis de falla:

- Haya cumplido los compromisos y factores críticos de éxito de acuerdo a lo manifestado al inicio del análisis.
- Se halla mitigado o eliminado la ocurrencia de la falla.
- Incluya el cálculo de los indicadores de efectividad del proceso y su cumplimiento.

7.5.15 Divulgación de lecciones aprendidas. Cuando el análisis de falla se haya cerrado y se haya completado la verificación de la efectividad del mismo, se debe elaborar las lecciones aprendidas del evento. Esta forma de presentar los resultados de un análisis de falla, proporciona herramientas suficientes para la culturización de las personas y minimiza el riesgo de que la falla se vuelva a presentar. La divulgación de las lecciones aprendidas se debe realizar citando a reunión general de todos los usuarios, ingenieros, supervisores, interventores y todo el personal a quien pueda interesar, una semana después de haber realizado

la verificación de la efectividad de las recomendaciones implementadas de la última acción o recomendación a implementar.

Esta actividad estará liderada por el responsable RCA, líder del proceso de gestión de la compañía y supervisores e interventores de contrato, los cuales deben asegurar que el material y el mensaje de las lecciones aprendidas pueda llegar a todos los usuarios de manera directa, fácil de entender y con todas las referencias necesarias a casos específicos donde las lecciones divulgadas tengan valor.

8. RE-ESTRUCTURACION SISTEMA DE INFORMACIÓN-CMMS

Uno de los aspectos más importantes para el éxito de cualquier sistema de gestión de mantenimiento es la calidad de información, la cual debe cumplir con los parámetros establecidos en el proceso RIM (administración de Información para confiabilidad)

El CMMS utilizado es MP2; este sistema se caracteriza por contar con una base de datos SQL cliente servidor que permite:

- Organizar y realizar un seguimiento del inventario
- Administrar los costos de equipo
- Programar tareas de mantenimiento preventivas
- Mantener registros de trabajo confidenciales
- Asignar recursos
- Generar órdenes de trabajo
- Solicitar y comprar repuestos
- Proyectar fallas de equipos

Este sistema cuenta con 11 módulos a través de los cuales es posible la administración de la información de equipos, inventarios, compras y mano de obra de igual manera permite la programación de tareas, generación de órdenes de trabajo y seguimiento de fallas de mantenimiento.

A pesar de las bondades funcionales que brinda el sistema; a través de la revisión hecha en la situación actual de este documento se ha logrado establecer que el sistema de información cuenta con graves problemas de implementación, calidad y organización que requieren ser revisados y alineados con las necesidades para los procesos de P&S, RIM y RCA.

Por lo anterior, a continuación se muestra los cambios más relevantes efectuados en la configuración de implementación de la información teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la norma ISO 14224. Las actividades de mejoramiento en la base de datos fueron:

- Re-estructuración de tablas básicas
- Estructuración de localización de equipos por procesos productivos de acuerdo con lo establecido en la jerarquización de activos del proceso RIM
- Re-estructuración registros de equipos.
- Re-estructuración registros tareas de mantenimiento.
- Estructuración de árbol de fallas según proceso RCA.

8.1 RE-ESTRUCTURACION DE TABLAS BASICAS

Del grupo de información de inventario, las plantillas estructuradas fueron:

8.1.1 Almacén. En esta tabla se cambiaron 15 registros de almacén correspondiente a cada campo de producción, dejándose 4 sedes libres para futuros almacenes. Se utilizó como código el nombre de cada campo como se muestra a continuación.

Cuadro 18. Codigos de Almacén

almacen	descripcion
JAZMIN	ALMACÉN DE REPUESTOS JAZMIN
MORICHE	ALMACÉN DE REPUESTOS MORICHE
GIRASOL	ALMACÉN DE REPUESTOS GIRASOL
ABARCO	ALMACÉN DE REPUESTOS ABARCO
CHICALA	ALMACÉN DE REPUESTOS CHICALA
NARE SUR	ALMACÉN DE REPUESTOS NARE SUR
UNDER RIVER	ALMACÉN DE REPUESTOS UNDER RIVER
VELASQUEZ	ALMACÉN DE REPUESTOS VELASQUEZ
EP-PERFORACION	ALMACÉN DE REPUESTOS EQUIPO PESADO PERFORACION
EP-TRANSPORTE	ALMACÉN DE REPUESTOS EQUIPO PESADO TRANSPORTE
OEOLECTO	ALMACÉN DE REPUESTOS OLEODUCTO
SEDE 1	ALMACÉN DE REPUESTOS SEDE 1
SEDE 2	ALMACÉN DE REPUESTOS SEDE 2
SEDE 3	ALMACÉN DE REPUESTOS SEDE 3
SEDE 4	ALMACÉN DE REPUESTOS SEDE 4

Fuente: Sistema de información MP2

8.1.2 Cuentas: en esta plantilla quedo definidos los elementos de gastos de Mansarovar, a través de ellas se llevara el control de gastos de acuerdo con la estructura ya definida por la compañía. Como código se utilizaron los mismos números que identifican los elementos de gastos utilizados actualmente, acompañados de los siguientes sigas, como pre-fijo:

EG: Indica que la cuenta se utilizará como una cuanta gasto o de salida de inventario de artículos de inventario

EB: Indica que la cuanta se utilizara para el control de las entradas o Stock de artículos en el inventario.

Cuadro 19. Código de Cuentas

CODIGO DE CUENTA	DESCRIPCION
EG-341	REPUESTOS ELÉCTRICOS
EG-342	REPUESTOS MECÁNICOS
EG-343	REPUESTOS INSTRUMENTACIÓN
EB-341	REPUESTOS ELÉCTRICOS
EB-342	REPUESTOS MECÁNICOS
EB-343	REPUESTOS INSTRUMENTACIÓN

Fuente: Sistema de información MP2

El número total de registros relacionados es 92

8.1.3 UDM: en esta plantilla se relacionó las unidades de medida que deben ser utilizadas en los registros de artículos de inventario. Los códigos utilizados son los utilizados en el sistema de información de inventarios Mansarovar.

Cuadro 20. Código de Unidades de medida

UNIDAD	DESCRIPCION
AP	AMPOLLA
BT	BOTELLA
BX	CAJA
CN	CANECA
CU	CUARTOS
CY	CILINDRO
FC	FRASCO
FT	PIE

Fuente: Sistema de información MP2

El número total de registros relacionados es 27

8.1.4 Tipos de inventarios. La estructura de los registros para la clasificación de los registros de artículos de inventario establecida en esta plantilla es la misma que ha sido definida en el sistema de información Spring en idioma español.

Cuadro 21. Código de tipos de Inventario

TYPE	DESCRIPTION
04	CALDERAS Y TRATAMIENTO DE AGUA
05	PERNOS-TUERCAS-REMACHES-CLAVOS
07	ACCESORIOS-ABRAZADERAS-SOPORTES
08	VÁLVULAS
12	ELEMENTOS EN HIERRO-ACERO-SOLD
26	ARTICULOS ELECTRONICO Y ELECT
48	APARATOS DE SEGURIDAD
79	MANGUERAS Y ACCESORIOS
88	CATERPILLAR

Fuente: Sistema de información MP2

El número total de registros relacionados es 36

Del grupo de información de centro de compras, las plantillas estructuradas fueron:

8.1.5 Tipos de órdenes de compra. Queda a cargo del personal de AMS de acuerdo con los parámetros definidos en la implementación.

Cuadro 22. Código de tipos de Ordenes de Compra

Códigos de Tipos de OC	DEFINICIÓN
OCS	ÓRDEN DE COMPRA MATERIALES EN STOCK
OSE	ÓRDEN DE SERVICIO
OCD	ORDEN DE COMPRA MATERIALES DIRECTOS

Fuente: Sistema de información MP2

El número total de registros relacionados son 3.

8.1.6 Centros de compras. Se definió la estructura ya establecida en la compañía, dejándose cuatro registros libres para eventuales ampliaciones de nuevos centros.

Cuadro 23. Codigos de centros de compra

CENTRO DE COMPRAS	DESCRIPCION
230009	CC CAMPO UNR
230001	CC CAMPO NARE
230024	CC CAMPO GIRASOL
230002	CC CAMPO JAZMIN
1000100	CC EQUIPO PESADO
230025	CC CAMPO MORICHE
34000000	CC OLEODUCTO
1000200	CC CAMPO VELASQUEZ
230003	CC CHICALA
230022	CC CAMPO ABARCO
COMPRAS-1	CC SEDE 1
COMPRAS-2	CC SEDE 2
COMPRAS-3	CC SEDE 3
COMPRAS-4	CC SEDE 4

Fuente: Sistema de información MP2

El número total de registros relacionados es 14

En el grupo de información Sede-Equipos, las plantillas Básicas estructuradas fueron:

8.1.7 Centros de Costos. Se definió como estructura de esta plantilla para el control de gastos por centros de costos, la estructura que actualmente tiene definida.

Cuadro 24. Codigos de Centros de Costos

CENTRO DE COSTOS	DESCRIPCION
5100	GERENCIA GENERAL
5110	RECURSOS HUMANOS
5120	PROCUREMENT
5130	OPERACIONES Y PRODUCCION
5131	SERVICIO A POZO
5140	MANTENIMIENTO
5141	MTTO Y OPERACION EQUIPO PESADO
5150	SERGUIDAD DE MEDIO AMBIENTE
5180	SERVICIO DE CAMPOS
5190	INGENIERIA DE PETROLEOS
5220	CONTABILIDAD Y FINANZAS
5300	PROYECTOS

Fuente: Sistema de información MP2

El número total de registros relacionados son 12

8.1.8 Departamento. En esta plantilla se definió la estructura de los diferentes sistemas en los que está dividido cada uno de los Procesos y sub-procesos funcionales de cada campo. A través de este campo será posible realizar la clasificación y análisis de información tanto técnica como económica en cada uno de los procesos.

Cuadro 25. Códigos de Departamentos

DEPARTAMENTO	DESCRIPCION
ELEC	ELECTRICO
ELCT	ELECTRONICO
MECA	MECANICO
INST	INSTRUMENTACION

Fuente: Sistema de información MP2

El número total de registros relacionados son 4

8.1.9 Mayor General. En la plantilla de Mayor general quedo identificado la estructura de clasificación por proceso en cada campo de acuerdo a los parámetros definidos en el proceso RIM.

Cuadro 26. Código de mayor general

N° DE MAYOR GENERAL	DESCRIPCION
01EXT	EXTRACCION DE CRUDO
02TCD	TRATAMIENTO DE CRUDO
03IAR	INYECCION DE AGUA RESIDUAL
04GVP	GENERACION DE VAPOR
05SGN	SERVICIOS GENERALES
06FAP	FACILIDADES Y APOYO
07ATC	ALMACEN. Y TRANSP CRUDO
08EEM	EQUIPOS PARA EMERGENCIA
09PSP	PERFORACION & SERV POZOS
10TRS	TRANSPORTE-PARQUE AUTOMOTOR

Fuente: Sistema de información MP2

El código de identificación quedo definido por dos dígitos numéricos que define la secuencia lógica de los procesos, seguido de tres dígitos alfanuméricos que identifican el nombre básico del proceso.

El número total de registros relacionados son 10.

8.1.10 Empleados. Esta Plantilla NO ha sido diligenciada, queda bajo la responsabilidad del actual contratista el diligenciamiento. Es importante que para cada empleado quede definida la tasa salarial, la cual debe ser calculada teniendo en cuenta salario Básico, factor prestacional, dotación y el factor por supervisión y administración contrato.

8.2 ESTRUCTURACIÓN DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS

Teniendo en cuenta los parámetros de jerarquización de activos y el mapa de procesos productivos definidos en el proceso RIM; a continuación se describe las matrices de los procesos estructuradas como localizaciones de equipos en el sistema de información

- 01EXT EXTRACCION DE CRUDO
- 02TCD TRATAMIENTO DE CRUDO
- 03IAR INYECCION DE AGUA RESIDUAL
- 04GVP GENERACION DE VAPOR
- 05SGN SERVICIOS GENERALES
- 06FAP FACILIDADES Y APOYO
- 07ATC ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE CRUDO
- 08EEM EQUIPOS PARA EMERGENCIA
- 09PSP PERFORACION & SERV POZOS
- 10TRS TRANSPORTE-PARQUE AUTOMOTOR

De esta manera a través de los registros de jerarquización por localización de MP2, se logra establecer por cada registro de equipo la estructura definida en el proceso RIM; cumpliendo con los parámetros de la norma ISO 14224 y permitiendo el control, análisis y organización de la información asociada a cada proceso y sub-proceso definido para cada campo.

8.3 RE-ESTRUCTURACIÓN REGISTROS DE EQUIPOS.

En este punto se muestra la estructura y estandarización de los registros de equipos

8.3.1 Tipos de equipos. Para la codificación de la plantilla de tipos que define la clasificación de los equipos por tipos, se hizo uso de los criterios de Familia y clase finidos en la norma ISO 14224; para los equipos de Instrumentación y control se utilizó los criterios de identificación de la norma ASA -S.5.1.

Cuadro 27. Tipos de Equipos

TIPO DE EQUIPO	DESCRIPCION
BOAR	BOMBA ALTERNATIVA RECIPROCANTE
BOCA	BOMBA CAVIDAD PROGRESIVA
BOCE	BOMBA CENTRIFUGA
BODI	BOMBA DE DIAFRAGMA
BOEL	BOMBA ELECTROSUMERGIBLES ESP
BOEN	BOMBA A ENGRANAJES
BORP	BOMBA ROTATIVA DE PALETAS
BOSU	BOMBA CENTRIF. SUMER. ACC. MEC
BOTO	BOMBA TORNILLO
BOVA	BOMBA DE VACIO
TSH	SWITCH DE ALTA TEMPERATURA
TSHL	SWITCH ALTA Y BAJA TEMPERATURA
ZSH	SWITCH DE ALTO FUEGO
ZSL	SWITCH DE BAJO FUEGO
ZSO	SWITCH DE COMPUERTA

Fuente: Sistema de información MP2

El número total de registros relacionados fue 323

8.3.2 Equipos: se estructuró un total de 12373 registros de equipos de los campos de la Asociación NARE (Jazmín, Moriche, Girasol, UDR, Nare, Chicala y Abarco).

Las actividades ejecutadas en cada registro contemplo.

- Asignación de Nueva Matriz de Proceso
- Estandarización de descripciones
- Re-asignación clasificación tipo de equipo
- Asignación de sistema
- Asignación de proceso
- Creación de registros

En el siguiente cuadro resumen lo realizado por campo

Cuadro 28. Inventario Actividades registro equipos

RESUMEN DE ACTIVIDADES

Actividad	Campo						
	Jazmin	Moriche	Girasol	Nare	UDR	Abarco	Chicala
Asignación de Nueva Matriz de Proceso	7457	1546	1113	906	245	15	7
Estandarización de descripciones	2544	624	1244	556	13	15	7
Re-asignación clasificación tipo de equipo	8193	1677	1797	1111	305	15	7
Asignación de sistema	8193	1677	1797	1111	305	15	10
Asignación de proceso	8193	1677	1797	1111	305	15	10
Creación de registros	736	131	684	205	60	0	3
Eliminación de registros "basura"	200	145	110	56	0	125	0

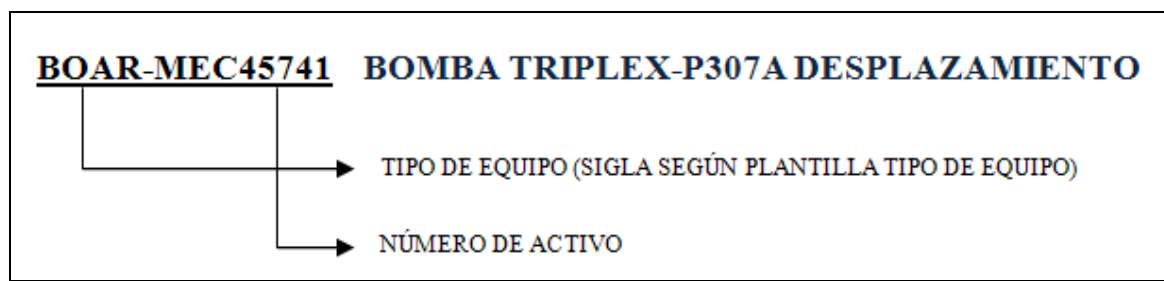
Fuente. Autores

Adicional a las actividades de depuración anteriormente mencionadas, fue también necesario efectuar la depuración y estandarización del sistema de identificación o codificación de acuerdo con los parámetros definidos en la matriz de procesos como se muestra a continuación.

El código de equipos ha sido establecido de acuerdo a tres posibles estados. La opción a escoger, dependerá de la manera en que esté registrado actualmente equipo así:

Caso 1. Si se conoce el número de activo asignado por Mansarovar, este número se utilizara como numero de equipo, anteponiendo el tipo de equipo, seguido de la sigla MEC. Este sistema de codificación no aplica para los equipos de Instrumentación y control los cuales no posean número de activo.

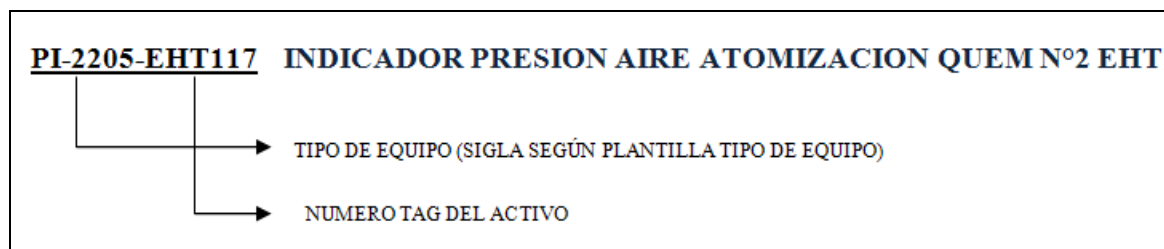
Figura 34. Caso 1



Fuente. Autores

Caso 2. Para aquellos equipos que no tiene un numero de activo MEC definido pero si se conoce el numero TAC, como es el caso de los equipos de instrumentación y control; se utiliza como código de identificación el tipo de equipo, seguido del TAG y la sigla que identifique el equipo padre; tal como tratadores, separadores, FWKO o generadores de vapor.

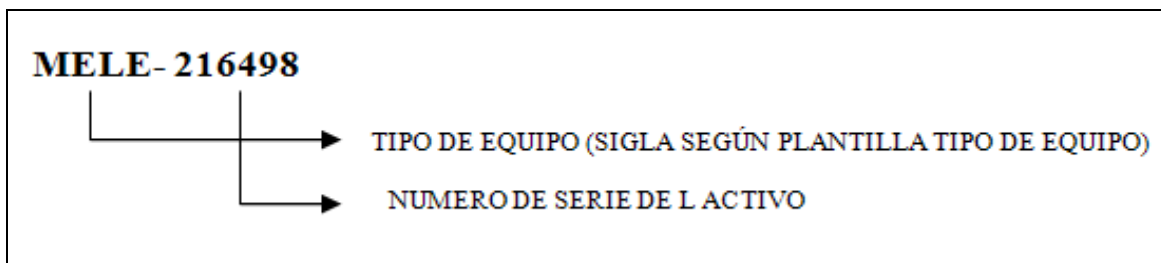
Figura 35. Caso 2



Fuente. Autores

Caso 3. Para aquellos equipos que al momento de ser registrados no cuentan con número de activo MEC o número TAC, como es el caso de los equipos Nuevos; se deberá utilizar como número de identificación el tipo de equipo, seguido del número de serie; una vez el departamento de activos asigne el número MEC el código a utilizar es el definido en el caso 1 o 2.

Figura 36. Caso 3

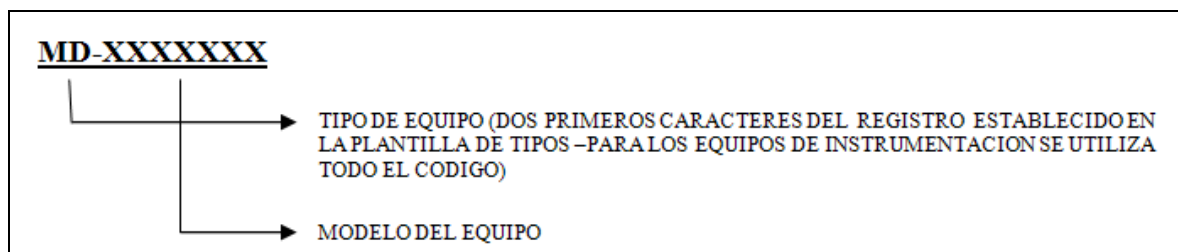


Fuente. Autores

Para garantizar la calidad de la identificación de los activos, es necesario que solo se utilice cualquiera de las anteriores opciones de identificación de equipos. Se recomienda que una vez se efectúe la migración de datos; es necesario que se realice un inventario en campo de los equipos y de acuerdo con ello, se haga la estandarización de los sistemas de codificación haciendo los cambios que se requieran directamente desde el sistema de información MP2; de esta manera se garantiza que el cambio quede en todas las tablas a las que afecte dicha identificación.

Piezas de equipos. Esta plantilla no se estructurará, hasta tanto se tenga la información de registros de inventario. Los códigos deberán cumplir con los siguientes parámetros.

Figura 37. Piezas de equipos



Fuente. Autores

Estos códigos deberán montarse directamente en el sistema de información, una vez se realice los cambios de los datos en inventario y equipos

8.4 RE-ESTRUCTURACIÓN REGISTROS TAREAS DE MANTENIMIENTO

En este punto se menciona los cambios generales que se efectuaron en los registros del módulo de tareas y que corresponden al plan maestro de mantenimiento que ha sido revisado y seguirá revisándose a través del método de optimización PMO.

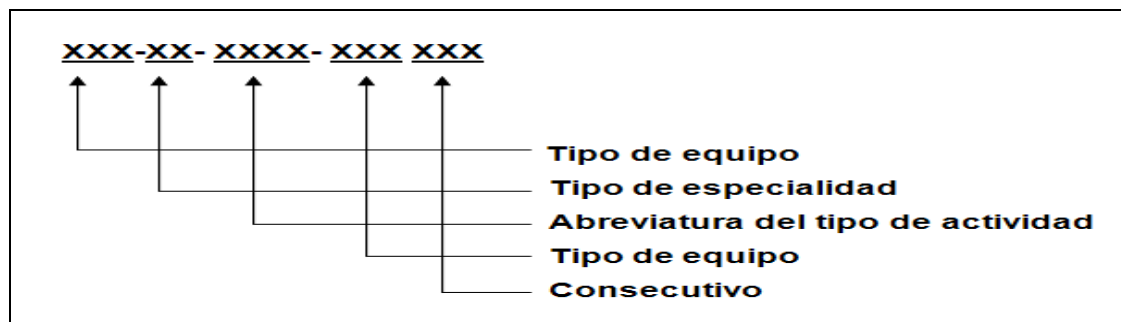
8.4.1 Tareas de mantenimiento. En cada registro fue re-estructurado, el código de identificación y la información relacionada con las plantillas de las tareas de los procesos de extracción, tratamiento de crudo, generación de vapor, SIAR, equipos servicios a pozos, bombeo a oleoducto, Parque automotor y servicios generales.

En cada proceso se relacionaron las actividades de mantenimiento para los sistemas eléctrico, mecánico y apoyo a la producción. En cada actividad se asociaron los equipos, al igual que la información asociada tal como oficio, tipo de orden de trabajo, clase de gasto y códigos de asistencia, instrucciones de tarea.

Uno de los aspectos más importantes fue la estructuración de los códigos y descripciones de las tareas ya que esto es fundamental para el manejo y análisis de la información del plan de mantenimiento

La codificación de las actividades se definió de la siguiente manera

Figura 38. Tareas de mantenimiento



Fuente. Autores

Tipo de equipo: según clasificación de tipos equipos visto anteriormente MP2.

Tipo de especialidad: Especialidad que ejecuta la actividad.

ME: Mecánica **EL:** Eléctrico **IN:** Instrumentación.
ET: Electrónico

Tipos de Actividad:

MTO: Mantenimiento **LIM:** Limpieza **SHUT:** Shut Down
INS: Inspección **LUB:** Lubricación y/o Engrase **SF:** Sin Frecuencia
CAL: Calibración **REV:** Revisión **CAM:** Cambio

Frecuencias:

1M: Mensual **3M:** Trimestral **2S:** Quincenal

6M: Semestral

1A: Anual

300H: Horas de operación

1D: Diario

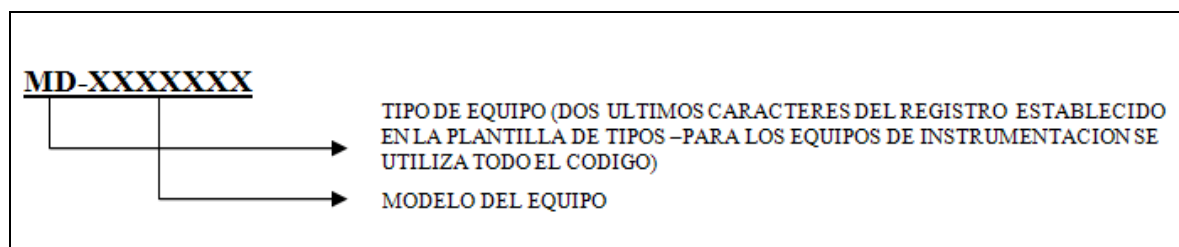
1S: Semestral

Ejemplo. LIT-I-CALI-6M-001: CALIBRACION SEMESTRAL SENSOR Y TRANSMISOR DE INTERFASE ZONA TERMICA

La información relacionada que fue re-estructurada es:

8.4.2 Instrucciones de tarea. Esta plantilla no se reestructuro, pero deberá hacerse posteriormente una vez se tenga el plan de mantenimiento optimizado 100% a través de PMO. La codificación que se debe utilizar es la siguiente:

Figura 39. Instrucciones de Tarea



Fuente. Autores

Estos códigos deberán montarse directamente en el sistema de información, una vez se realice la migración de los datos de TAREAS

Tipos de OT: En esta plantilla, clasificara las órdenes por tipos a traves de los siguientes registros:

Cuadro 29. Código tipos de equipos

WOTYPE	DESCRIPTION
MCRP	REPARACION POR CONDICION
MCRU	REPARACION URGENTE
MOVH	OVERHAUL
MPVC	MTO PREVENTIVO POR CONDICION
MPVP	MTO PREVENTIVO POR FRECUENCIA
MPDT	MTO PREDICTIVO
OPER	APOYO OPERACION
PROY	PROYECTOS

Fuente: Sistema de información MP2

El número total de registros relacionados son 8

8.4.3 Clase de Gasto. En la plantilla permite clasificar las actividades por área de trabajo, lográndose en el sistema de información un adecuado control económico de las actividades de mantenimiento

Cuadro 30. Código clase de gastos

EXPENSECLASS	DESCRIPTION
CUAD	CUADRILLA
ELEC	ELECTRICO
MECA	MECANICO
INST	INSTRUMENTACION
REFG	REFRIGERACION
SOLD	SOLDADURA
SEXT	SERVICIO EXTERNO

Fuente: Sistema de información MP2

El número total de registros relacionados es 7

8.4.4 Oficios. La plantilla de registro de oficios quedo definidos los oficios actualmente definidos en la compañía, se recomienda no agregar más a los existentes

Cuadro 31. Código Oficios

OFICIO	DESCRIPCION
CON-E	CONTRATISTA ELECTRICO
CUA-C	CAPATAZ DE PRODUCCION
CUA-O	OBRERO
ELE-Y	AYUDANTE DE ELECTRICIDAD
ELE-U	ELECTRICISTA AUTOMOTRIZ
INS-B	INSTRUMENTISTA CLASE B
MEC-Y	AYUDANTE DE MECANICO
MEC-B	MECANICO CLASE B

Fuente: Sistema de información MP2

El número total de registros relacionados es 30

8.4.5 Códigos de asistencia. En esta plantilla quedaron los códigos para el control de asistencia y excepciones de programación de personal. Los registros definidos son:

Cuadro 32. Código de Asistencia

CODIGO ASISTENCIA	DESCRIPCION
CAP	CAPACITACION
HED	HORA EXTRA DIURNA
HEDF	HORA EXTRA FESTIVA DIURNA
HEN	HORA EXTRA NOCTURNA
HENF	HORA EXTRA FESTIVA NOCTURNA
HODF	HORA ORDINARIA DIA FESTIVO
HONF	HORA ORDINARIA NOCTURNA FESTIVO
HRN	HORA DE RECARGO NOCTURNO
INC	AUSENCIA POR ENFERMEDAD
VAC	VACACIONES
FSC	FESTIVO SIN COMPENSAR
FC	FESTIVO COMPENSANDO
PR	PERMISO REMUNERADO
PNR	PERMISO NO REMUNERADO

Fuente: Sistema de información MP2

El número total de registros relacionados es 14

8.5 ESTRUCTURACION DE ÁRBOL DE FALLAS

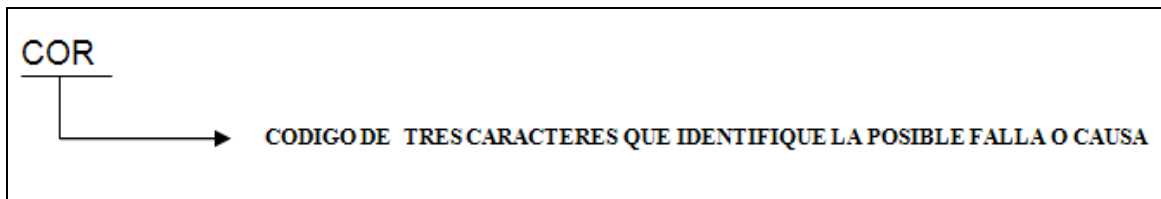
A partir de las razones y modos de fallas identificados en el proceso de optimización del plan de mantenimiento (PMO); se estructura el árbol de falla inicial.

A continuación se muestra los sistemas de codificación establecidos

8.5.1 Razones de falla (Causa) RDF. Los códigos fueron definidos con base a la información contemplada en la norma ISO14224, tomando en cuenta que la abreviación del código, así como la descripción de los mismos están en español.

Método de codificación utilizada

Figura 40. Razones de falla



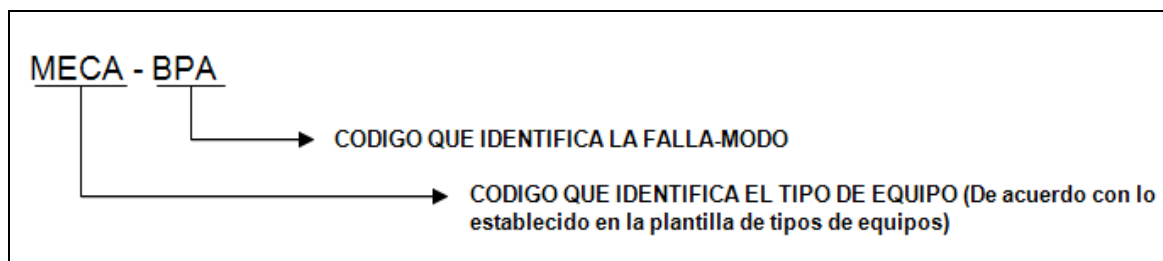
Fuente. Autores

El número total de registros relacionados es 34

8.5.2 Razones de interrupción (Modos) RDI. Los códigos fueron definidos con base a la información contemplada en la norma ISO14224, tomando en cuenta que la abreviación del código así como la descripción de los mismos en español tal como se definió en la matriz de proceso.

Método de codificación utilizado

Figura 41. Razones de Interrupción



Fuente. Autores

Cuadro 33. Código razones de Interrupción (Modos)

CODIGO DE RDI	DESCRIPCION
MO-OTA	Humo de escape negro
MO-OTB	Humo de escape azul
MO-OTC	Humo de escape blanco
MO-OTX	Otros
CO-BRD	Daño severo (fractura, explosión)
CO-ELP	Fuga externa de fluido de proceso (gas natural, aire)
CO-ELU	Fuga externa de lubricante, aceite sellante, refrigerante
CO-OTX	Otros

Fuente: Sistema de información MP2

En el ejemplo anterior MO corresponde a las razones de interrupción para motores de combustión (MO) y compresores (CO)

El número total de registros relacionados es 281.

8.6 COSIDERACIONES FINALES

- Los 12.373 registros de equipos que fueron depurados a través del presente trabajo deberán a mediano plazo ser inventariado en campo; con el fin de actualizar los códigos de identificación de acuerdo con los parámetros dados a conocer en el presente documento; este cambio debe realizarse directamente desde el formulario de equipos, una vez se complete la migración.

- Una vez se complete el listado de registros de los repuestos para mantenimiento en el módulo de inventario; es de vital importancia para el desarrollo del sistema de información la creación de los códigos de piezas para los equipos críticos. Esta información es fundamental para el análisis de presupuesto que requiere la compañía.

- Con el fin de asegurar que el sistema de información (MP2) entregue los datos de consumo económico, es necesario asegurar:
 - Todos los registros de empleados deben contar con la tasa global de salario calculada, teniendo en cuenta todos los factores de afectación económica.

 - Todos los registros de artículos de inventario deben tener asociados los códigos de elemento de gasto tanto de balance como de gasto al igual que el correspondiente centro de costo.

 - Todos los registros que en adelante se creen deberán contar por lo menos con la información de Centro de costo, departamento y mayor general.

- Todas las tareas debe contar con las listas de repuestos necesarios para el desarrollo de las tareas.

- Es importante que en el módulo de tareas se registre la matriz CBM desarrollada para cada uno de los campos, pues a partir de esta se definen los parámetros de cambio o mejora de toda la estrategia de mantenimiento establecida hasta ahora a partir de la optimización del plan.

- Los códigos de razones de falla y razones de interrupción definidos hasta el momento corresponden a los resultados encontrados hasta la fecha; por tanto, de aquí en adelante estos códigos deben ser actualizados a través de un constante seguimiento, de acuerdo con los resultados del análisis establecido por la

compañía contratista actual responsable de la ingeniería de mantenimiento. Los cambios y resultados que se obtengan reflejaran el real resultado y evolución de la estrategia de mantenimiento implementada.

- Con el fin de estructurar la base historia de modos y causas de falla, es indispensable que de ahora en adelante todas las ordenes de reparación tenga identificado el modo de acuerdo con clase de equipo y la razón de falla o causa
- Para asegurar la integridad de los parámetros establecidos en la re-estructuración, es necesario que los cambios tales como adición, eliminación o cambio de las tablas básicas queden bajo la responsabilidad única de Mansarovar. (Administrador del sistema)
- Teniendo en cuenta las características contractuales de compensación a través de la gestión; es importante realizar auditorías internas mensuales y externas semestrales para garantizar la veracidad de la información. Por esto se recomienda que el personal que realice dichas auditorías internas no debe tener contacto con personal contratista; únicamente con la interventoría.
- El personal autorizado a acceder directamente a la base de datos, debe tener especial cuidado al copiar datos directamente en las tablas, puesto que SQL maneja sus propios tipos y/o formatos de datos
- Se recomienda decir por escrito los protocolos de seguridad y manejo de la información y solo a través de estos se deberá configurar la seguridad del sistema de información.

9. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del presente trabajo de monografía y teniendo en cuenta la experiencia adquirida, a continuación se da a conocer las siguientes conclusiones:

- Para logra el éxito en la implementación del programa de ingeniería de mantenimiento desarrollado en el presente documento es necesario establecer compromisos con la alta gerencia que permitan involucrar no solamente a mantenimiento sino también a otras áreas tales como producción, inventario y compras en una cultura de planeación estratégica con acción empresarial y con el fin de tomar decisiones estratégicas de convicción al cambio en la confiabilidad de los activos
- Es necesario definir políticas corporativas de mantenimiento que permitan:

Estratégicamente: el desempeño de la función de mantenimiento (Gerencia).

Tácticamente: El desempeño de la función de mantenimiento con el fin de determinar mejoras (Contrato y departamento de mantenimiento)

Operacionalmente: El desempeño de la función mantenimiento por procesos aplicados a cada dependencia (producción, inventario y compras).

Técnicamente: reestructuración de las herramientas en gestión y control presupuestal basado en programas concretos, claros de acuerdo con las necesidades de la ejecución de los planes de mantenimiento.

- El elemento complementario de implementación a mediano plazo del programa de ingeniería de mantenimiento y confiabilidad de activos es la realización de los costo del ciclo de vida de los activos críticos; pero esto dependerá del cumplimiento y aplicación de todos los parámetros de re-estructuración

establecidos en este documento .ya que este análisis implica un método secuencial que permite evaluar de forma integral aspectos económicos y de confiabilidad

- Para alcanzar la proyecciones de optimización de la gestión de mantenimiento establecida en el plan de mejoramiento (Capitulo 3) dependerá directamente del recurso humano involucrado; por lo cual es necesario tener especial cuidado en los procesos de inducción y capacitación en el conocimiento de las metodologías de gestión en los procesos de P&S, RIM y RCA. De igual manera es necesario tener en cuenta que el proceso de capacitación deberá ir acompañado de mecanismos de motivación y compromisos para implantar las metodologías de Confiabilidad en forma eficiente.
- Finalmente los parámetros en este documento propone un esquema lógico que combina varias metodologías; cuyo éxito de penderá del conocimiento de las técnicas de confiabilidad y del liderazgo gerencial durante el proceso de implementación

BIBLIOGRAFIA

AMS GROUP LTDA. Matriz de Gestión de Mantenimiento. Bogotá, 2008. 207 p.

CAMPBELL, John D. y JARDINE, Andrew. Maintenance Excellence – Optimizing Equipment Life Cycle Cost. Canada. Mc Geaw Hill, 2009. 477 p.

CMS BP. Common Maintenance Strategy. Canada, 2003. 677 p.

DUARTE, J. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad Usando Métodos de Simulación del Ciclo de Vida. Memorias Congreso Internacional de Mantenimiento Noria. Monterrey, N.L. México, 2006. 57 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Trabajos escritos: presentación y referencias bibliográficas. Sexta actualización. Bogotá: ICONTEC, 2008. 110 p.

ISO 14224. Industria de Petróleo y Gas – Recolección e Intercambio de Datos de Confiabilidad y Mantenimiento de Equipos, 2006. 87 p.

MORA GUTIÉRREZ, Alberto. Mantenimiento Estratégico para empresas industriales o de servicios. Medellín, Colombia, Editorial AMG. 2008. 548 p.

OREDA. Offshore Reliability. Mexico : Mc Geaw Hill, 2010. 571 p.



SAE INTERNATIONAL. SAE – J1739/JA 1011 (FMEA). [en línea]. Bogotá: [15 marzo, 2013]. Disponible en Internet : <http://standards.sae.org/j1739_200901/>

SEXT, Luis Felipe. SAE – 1011 Evaluation Criteria for RCM Processes. [en línea].
Bogotá: [15 marzo, 2013]. Disponible en Internet :
<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/RCM_Sexto_MM20.pdf>

ANEXOS



ANEXO A

FORMATO SOLICITUD DE TRABAJO

	GESTION DE MANTENIMIENTO SOLICITUD DE TRABAJO	
INFORMACIÓN DEL EQUIPO		
Fecha Solicitud: _____	Tag equipo: _____	
Descripción equipo: _____	Localización: _____	
INFORMACIÓN DEL TRABAJO		
Descripción Solicitud de trabajo: _____		
Tipo de mantenimiento: _____	Prioridad trabajo: _____	
Fecha inicio requerida: _____		
DESCRIPCION DETALLADA DE LA SOLICITUD DE TRABAJO		
_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____		
OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES:		
_____ _____ _____ _____ _____		
_____ ORIGINADOR SOLICITUD DE TRABAJO	_____ RECEPCION SOLICITUD DE TRABAJO	

ANEXO B

INSTRUCTIVO PRIORIZACIÓN DE ACTIVIDADES

		MATRIZ DE PRIORIDAD PROCESO P&S			 Mansarovar Energy Colombia Ltd																									
Clasificación Severidad de Eventos																														
PRIORIDAD	DESCRIPCIÓN	TIEMPO	RESPONSABLE	TIPO DE OT	COLOR																									
1	EMERGENCIA	Hasta 24 Horas	SUPERVISOR	AOT // MCRU																										
2	CRÍTICAS	De 1 a 3 Días	SUPERVISOR	AOT // MCRU																										
3	IMPORTANTE	De 1 a 2 Semanas	PLANEADOR	AOT // MCRP // MPVC // MPVP // OPER																										
4	NORMAL	De 2 a 4 Semanas	PLANEADOR	MCRP // MPVC // MPVP // OPER																										
5	PROYECTO	4 ó Mas Semanas	PLANEADOR	COMM // MOVH // PRY																										
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>(1) Equipos críticos para la seguridad y la operación de toda la planta</p> <p>(2) Equipos críticos para la producción continua en los procesos</p> <p>(3) Equipos con stand by en sistemas críticos de los procesos productivos</p> <p>(4) Equipos auxiliares de los procesos productivos</p> <p>(5) Equipo No Crítico</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: blue; color: white;">E1</td> <td style="background-color: green; color: white;">D1</td> <td style="background-color: yellow; color: black;">C1</td> <td style="background-color: orange; color: black;">B1</td> <td style="background-color: red; color: white;">A1</td> </tr> <tr> <td style="background-color: blue; color: white;">E2</td> <td style="background-color: green; color: white;">D2</td> <td style="background-color: yellow; color: black;">C2</td> <td style="background-color: orange; color: black;">B2</td> <td style="background-color: red; color: white;">A2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: blue; color: white;">E3</td> <td style="background-color: green; color: white;">D3</td> <td style="background-color: yellow; color: black;">C3</td> <td style="background-color: orange; color: black;">B3</td> <td style="background-color: red; color: white;">A3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: blue; color: white;">E4</td> <td style="background-color: green; color: white;">D4</td> <td style="background-color: yellow; color: black;">C4</td> <td style="background-color: orange; color: black;">B4</td> <td style="background-color: red; color: white;">A4</td> </tr> <tr> <td style="background-color: blue; color: white;">E5</td> <td style="background-color: green; color: white;">D5</td> <td style="background-color: yellow; color: black;">C5</td> <td style="background-color: orange; color: black;">B5</td> <td style="background-color: red; color: white;">A5</td> </tr> </table> </div> </div>						E1	D1	C1	B1	A1	E2	D2	C2	B2	A2	E3	D3	C3	B3	A3	E4	D4	C4	B4	A4	E5	D5	C5	B5	A5
E1	D1	C1	B1	A1																										
E2	D2	C2	B2	A2																										
E3	D3	C3	B3	A3																										
E4	D4	C4	B4	A4																										
E5	D5	C5	B5	A5																										
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 15%;"> <p>E. Mejora eficiencia procesos de producción, restauración integridad técnica planta, Mejoras generales, metas futuras operación, Proyectos</p> </div> <div style="width: 15%;"> <p>D. La ejecución mejora la eficiencia de los procesos productivos y o la integridad de los equipos</p> </div> <div style="width: 15%;"> <p>C. La no ejecución genera una situación peligrosa en la seguridad de personas, equipos, el medio ambiente y/o afectara el cumplimiento de las metas de producción con el tiempo</p> </div> <div style="width: 15%;"> <p>B. La no ejecución afecta el cumplimiento de las metas de producción y/o genera altos costos de reparación</p> </div> <div style="width: 15%;"> <p>A. La no ejecución genera una amenaza inmediata a la seguridad de las personas, los equipos y el medio ambiente.</p> </div> </div>																														

INSTRUCTIVO PRIORIZACION DE ACTIVIDADES

Como usar la Matriz de Priorización de trabajos. Cada una de las solicitudes de trabajo que se realicen a Mantenimiento deben ser validadas y priorizadas mediante la matriz de priorización de P&S para determinar el marco ideal de tiempo de respuesta para la ejecución.

El primer paso lógico es definir sobre el plano cartesiano la criticidad del equipo o activo sobre el que se va a realizar una actividad de mantenimiento; el segundo paso, es combinarlo con la valoración del efecto que tendría en el equipo el ejecutar o no, las actividades de mantenimiento.

Valorar la criticidad del activo. La criticidad del activo determina el grado de criticidad de cada uno de los activos dentro del proceso productivo establecido de acuerdo a un análisis previo del mismo y que se tendrá en cuenta para priorizar la orden de trabajo.

Dentro de la matriz se han definido cinco campos de criticidad, los cuales se han establecido teniendo en cuenta su relevancia en términos de seguridad e incidencia en la operación. Estos campos (referenciados en la matriz como la ZONA A en el eje Y) se han clasificado de la siguiente manera:

- 1 Equipos críticos para la seguridad y operación de todos los campos.
- 2 Equipos críticos para la producción continúa en los procesos.
- 3 Equipos con stand by en sistemas críticos de los procesos productivos.
- 4 Equipos auxiliares de los procesos productivos.
- 5 Equipo no crítico

Valorar el efecto de ejecución de las actividades de mantenimiento. El efecto de las actividades de mantenimiento determina el grado de Impacto que representa la actividad teniendo en cuenta las consecuencias de la falla en caso de no llegarse a ejecutar el trabajo. Para esto, se han definido cinco efectos (ZONA B) como muestra la tabla.

Para esto, se han definido cinco efectos (ZONA B sobre el eje X) que relacionan directamente la ejecución de una actividad de mantenimiento con la afectación que esta podría tener sobre la seguridad de las personas, procesos, equipos o el medio ambiente.

E- Mejora eficiencia procesos de producción, restauración integridad técnica. mejoras generales, metas futuras operación, proyectos.

D- La ejecución mejora la eficiencia de los procesos productivos y/o integridad de los equipos.

C- La no ejecución genera una situación peligrosa en la seguridad de las personas, equipos, el medio ambiente y/o afectará el cumplimiento de las metas de producción con el tiempo.

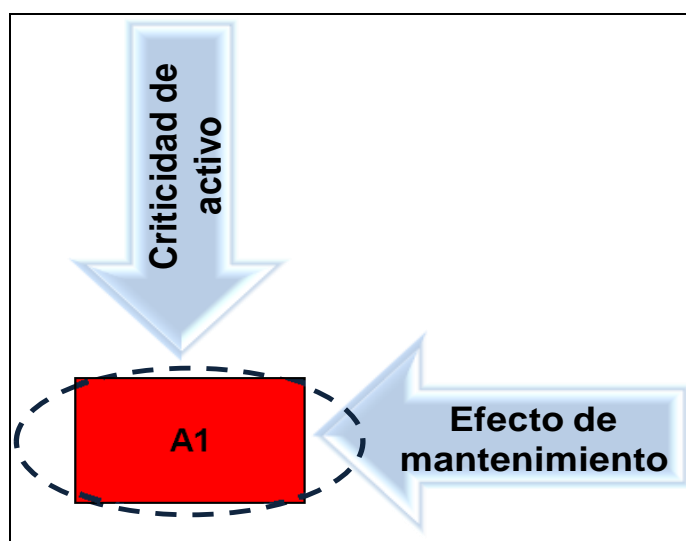
B- La no ejecución afecta el cumplimiento de las metas de producción y/o genera altos costos de reparación.

A.- La no ejecución genera una amenaza inmediata a la seguridad de las personas, equipos y medio ambiente.

Los efectos A, B y C estiman los riesgos o impactos que se producirían con la no ejecución de la actividad de mantenimiento, mientras los efectos D y E estiman las mejoras en la eficiencia de la integridad de los equipos y procesos productivos.

Definición de prioridad. Una vez que se han valorado tanto la criticidad del equipo como el efecto de la actividad de mantenimiento se procede a cruzar cada una de las opciones dentro de la matriz de priorización de trabajos.

Figura 1. Combinación de Criticidad activo y Efecto de mantenimiento



Fuente. Autores

Los valores que se obtienen de la prioridad en la Matriz de prioridad, están ordenados gráficamente por colores que están destinados a cada prioridad y adicionalmente cada campo en particular es identificado por un código conformado por una letra que especifica el efecto de la actividad de mantenimiento y un número que especifica la criticidad del activo. Ver en Figura 1. Combinación de Criticidad de activo y Efecto de mantenimiento.

Interpretación de resultados. La prioridad de la Orden de Trabajo delimita la descripción de la OT, el marco de tiempo ideal de respuesta para ejecutar la

actividad, el responsable de la generación de la OT e incluso delimita el tipo de la orden de trabajo.

Las prioridades para una orden de trabajo que se definieron en la matriz de priorización de trabajos, son:

Prioridad 1 EMERGENCIA:

Son todas las actividades de mantenimiento que no pueden ser programadas y tienen que ser atendidos sin ninguna otra alternativa por que aplican en los equipos que por su pérdida de función, genera una amenaza inmediata a la seguridad de las personas, medio ambiente o a los equipos como tal. Estas Órdenes de trabajo tienen que ser atendidos en un plazo no mayor a 24 horas.

La generación de OT con esta prioridad es exclusiva responsabilidad del Supervisor de mantenimiento.

Los tipos de OT que son asociadas a esta prioridad son:

OPER: Apoyo a la Operación Temprana

MCUR: Reparación Urgente

Prioridad 2 CRITICAS:

Son todas las actividades de mantenimiento que NO son programados y requieren de una atención oportuna que no amerita una intervención de emergencia pero no puede superar los 3 días para su ejecución. Son aplicadas cuando la no ejecución de la actividad genera el no cumplimiento de las metas de producción y los costos de reparación son elevados.

La generación de OT con esta prioridad es exclusiva responsabilidad del supervisor de mantenimiento. Los tipos de OT que son asociadas a esta prioridad son:

OPER: Apoyo a la operación temprana

MCUR: Reparacion urgente.

Prioridad 3 NORMAL:

Son todas las actividades de mantenimiento que son reportados prevista una condición sub estándar, que no ameritan una intervención de emergencia o crítica, y que por el contrario pueden ser programados para ser ejecutados con un plazo entre 1 y 2 semanas. Son aplicadas cuando la no ejecución de la actividad generara el no cumplimiento de la función del equipo con el tiempo

Principalmente en esta prioridad participan las órdenes de trabajo que son producto de la Estrategia de Mantenimiento Preventivo. La generación de OT con esta prioridad es exclusiva responsabilidad del planeador de mantenimiento posterior a una generación de una solicitud de trabajo realizada por los supervisores e interventores de mantenimiento.

Los tipos de OT que son asociadas a esta prioridad son:

OPER: Apoyo a la operación temprana

MCRP: Reparación por condición

MPVC: Mantenimiento preventivo por condición

MPVP: Mantenimiento preventivo programado



Prioridad 4 IMPORTANTE:

Son todas las actividades de mantenimiento que no ameritan una intervención de emergencia o crítica y que por el contrario pueden ser programados para ejecutarse en un plazo de 2 a 4 semanas. Son aplicadas cuando la ejecución de la actividad va encaminada a mejorar la eficiencia de los Procesos Productivos y/o la integridad de los activos.

La generación de OT con esta prioridad es responsabilidad del planeador de mantenimiento.

Los tipos de OT que son asociadas a esta prioridad son:

MCRP: Reparación por condición

MPVC: Mantenimiento preventivo por condición

MPVP: Mantenimiento preventivo programado

OPER: Apoyo a la operación



Prioridad 5 PROYECTO:

Son todas las actividades de mantenimiento encaminadas a mejorar la eficiencia de los Procesos Productivos, Mejora Generales o a cumplimientos futuros de la operación. Estas Órdenes de Trabajo tienen un horizonte de ejecución mayor a 4. La generación de OT con esta prioridad es responsabilidad de los planeadores.

Los tipos de OT que son asociadas a esta prioridad son:

MOVH: Overhauil

PROY: Proyectos

Anexo C. Reglamento reunión de planeación y Programación del proximo ciclo

1. OBJETIVO

Establecer una reunión efectiva para conciliar conjuntamente entre mantenimiento y producción, el programa de mantenimiento para el próximo ciclo de las distintas áreas de producción de Mansarovar ubicados en los campos Teca y Jazmín.

2. DEFINICIONES

Plan preliminar: Listado de trabajos que pueden representar algún riesgo a la producción o de impacto significativo dentro de las operaciones, se contemplan labores para el próximo ciclo (primera semana en firme y segunda semana tentativa) que requieren ser revisadas y aprobadas por los Interventores de MECL e ingeniero de producción.

Adicionalmente, se relacionan actividades que no son propias de mantenimiento pero que requieren destinarles tiempo de la programación semanal.

Plan consolidado: Plan preliminar aprobado y listo para ser ajustado según las observaciones derivadas de la reunión.

Programa semanal: Plan consolidado ajustado, generado en MP2 con nivelación de recursos.

3. FRECUENCIA CON LA CUAL SE REALIZARÁ LA REUNIÓN: Todos los jueves a la 10:00 a.m.

4. DURACIÓN ESTABLECIDA: 50 minutos.

5. PARTICIPANTES DE LA REUNIÓN:

- Líder de Mantenimiento de MECL
- Interventores de MECL
- Ingeniero de Producción
- Coordinador técnico
- Planeador / Programador
- Supervisores
- Ingeniero de Confiabilidad
- Documentador

6. ROLES PREDETERMINADOS PARA LA REUNIÓN:

Organizador de la reunión:

El organizador será el Planeador / Programador. Deberá velar porque toda la información requerida para esta reunión esté previamente elaborada en los formatos y estándares establecidos, la información correspondiente a los temas de la agenda y listado de compromisos previos sea enviada y revisada por cada uno de los participantes con la anticipación acordada en este reglamento, se hayan realizado los arreglos logísticos requeridos y desarrollo de la misma.

Moderador de la reunión

El moderador será el Coordinador Técnico MASA o la persona que él designe y su responsabilidad es hacer que la reunión se realice dentro del reglamento acordado, manteniendo un seguimiento estricto a las reglas de comportamiento por parte de los asistentes y eliminación de distractores tales como:

- No salir de la reunión (a excepción que se presente una emergencia)
- Celulares y radios apagados.

- No se contestarán teléfonos fijos.
- Los requerimientos especiales (emergencias) o mensajes se centralizarán en una sola persona para no interrumpir, el transcurso de la reunión.

Controlador del tiempo

Será Coordinador Técnico o la persona que él designe y su responsabilidad es hacer que la reunión se realice dentro del tiempo acordado para cada punto en la agenda.

Anotador de compromisos

El anotador de compromisos será el Documentador y su responsabilidad es diligenciar los formatos de listas de asistencia y formato estándar establecido para la elaboración de actas de reuniones, estableciendo los compromisos cada vez que se vayan acordando durante la realización de la misma.

7. AGENDA DE LA REUNIÓN:

Ítem	Tema	Responsable	Tiempo
1	Revisión de compromisos Acta reunión anterior	Documentador	5 Min.
2	Exposición por disciplina de los trabajos propuestos para la próxima semana	Planeador/ Programador	10 min.
3	Exposición de Interventores de MECL de las necesidades prioritarias para la próx. Semana.	Interventores MECL	10 min.
4	Exposición de Ingeniero de Producción de las necesidades prioritarias para la próx. Semana.	Ingeniero de Producción	10 min.
5	Revisión de materiales necesarios para la ejecución de trabajos críticos.	Planeador / Programador	5 min.
6	Exposición de Ingeniero de Confiabilidad de las necesidades para el proceso P&S.	Ingeniero de Confiabilidad	10 min

Entradas para la Reunión:

Entrada	Responsable
Plan Preliminar de trabajos de Mantenimiento y actividades relevantes.	Planeador
Listado de materiales críticos pendientes en OT.	Planeador / Programador
Trabajos relevantes requeridos para la próxima semana.	Interventores MECL e Ingeniero de Producción

Salidas de la reunión:

Salida	Responsable
Plan consolidado semanal	Planeador Programador
Listado de materiales críticos priorizados según su entrega estimada.	Planeador Programador
Listado de compromisos de la reunión.	Documentador/ Coordinador Técnico

8. REGLAS BÁSICAS DE LA REUNIÓN

- La reunión es sistemática y debe realizarse semanalmente con todos los involucrados.
- Con el propósito de dar agilidad a la reunión, sólo se tratarán en la reunión aquellos trabajos que requieran paradas relevantes y/o por su prioridad requieran ser concertados. Por ello, quedarán excluidos de dicha reunión el listado de trabajos rutinarios o que no requieran paro del equipo.
- Toda la información requerida como entrada deberá ser elaborada en los formatos estándar definidos, enviada previamente a todos los participantes.
- Los compromisos que se generan en esta reunión serán revisados y ejecutados por completo en la siguiente semana.

ANEXO D

LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
REUNION "Seguimiento a la ejecución de la programación diaria" / Programador.					
Recepción, Validación, Priorización y Generación de Solicitudes de Trabajo en MP2 / Supervisor.					
Creación y Planeación de Ordenes de Trabajo en MP2 / Planeador.					
Fecha limite para la entrega de las OT ejecutadas en la semana anterior / SUPERVISOR.	Seguimiento y revisión al cierre de las OT de la programación anterior / PLANEADOR.	Fecha limite para solicitud al Planeador de reprogramación de actividades no ejecutadas en el ciclo / SUPERVISOR.	REUNION "Concertación, compromiso del Plan de Trabajo con Producción y presentación de indicadores de Gestión de MTTO" / PROGRAMADOR / ING. CONFIABILIDAD	Divulgación de la programación semanal de Mantenimiento / PROGRAMADOR.	
	Revisión al Backlog de Mantenimiento para incluir OT en el Plan de Trabajo Preliminar / PLANEADOR.	Proyección del Plan de Trabajo preliminar / PLANEADOR.	Ajustes al Plan semanal de Mantenimiento a programar y nivelación de recursos / PROGRAMADOR.	Preparación de los paquetes de trabajo / PROGRAMADOR.	
	Captura de indicadores de gestión en P&S / ING CONFIABILIDAD	REUNION "Validación con los supervisores de Plan de Trabajo preliminar" / PROGRAMADOR / SUPERVISORES	Se compromete y genera la programación semanal de Mantenimiento / PROGRAMADOR.		
		Análisis de indicadores de gestión en P&S / ING CONFIABILIDAD.			

CRONOLOGIA ACTIVIDADES DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

ANEXO E

CHECK LIST DE PAQUETES ACTIVIDADES PROGRAMADAS

FECHA DE REVISION DE LOS PAQUETES	edici	numm	añoa	NOMBRE DE QUIEN REvisa											
<p>MARQUE CON UNA "X" SI, NO ó NA EL DOCUMENTO O REGISTRO ADJUNTO AL PRESENTE</p> <p>SI: Si existe y requiere el documento ó registro para aejecutar los trabajos NO: No existe y requiere el documento ó registro para aejecutar los trabajos NA: No aplica y no requiere el documento ó registro para aejecutar los trabajos</p>															
NUMERO DE LA O.T.															
DESCRIPCION	SI	NO	NA	SI	NO	NA	SI	NO	NA	SI	NO	NA	SI	NO	NA
O.T. Impresa															
Lista de Partes Aplicadas a la rutina de Mantenimiento (APL)															
Procedimientos técnicos de ejecución de los trabajos de Mantenimie															
Analisis Seguro del Trabajo (AST)															
Planos as-built															
Formatos de Calibración															
Formatos de metrologia															
Permiso de Trabajos															
Herramientas especiales															
Certificados especiales para realizar los trabajos															
Trabajo en alturas															
Espacio confinado															
Aislamiento de energia															
Bloqueo mecanico															
Trabajo en caliente															
Excavaciones															
NUMERO DE LA O.T.															
DESCRIPCION	SI	NO	NA	SI	NO	NA	SI	NO	NA	SI	NO	NA	SI	NO	NA
O.T. Impresa															
Lista de Partes Aplicadas a la rutina de Mantenimiento (APL)															
Procedimientos técnicos de ejecución de los trabajos de Mantenimie															
Analisis Seguro del Trabajo (AST)															
Planos as-built															
Formatos de Calibración															
Formatos de metrologia															
Permiso de Trabajos															
Herramientas especiales															
Certificados especiales para realizar los trabajos															
Trabajo en alturas															
Espacio confinado															
Aislamiento de energia															
Bloqueo mecanico															
Trabajo en caliente															
Excavaciones															
Aprobacion por quienes reciben paquetes de Trabajo:															
FIRMA DE PLANEADOR			FIRMA DE SUPERVISOR												

ANEXO F

INDICADORES DE GESTIÓN

1. OBJETIVOS

Definir la interpretación de los indicadores definidos para el proceso de planeación y programación en base a los indicadores de desempeño que existen como mejores prácticas.

2. ALCANCE

Todos los trabajos de mantenimiento Planeados, Programados y/o ejecutados durante el ciclo de planeación y programación.

3. DEFINICION

3.1 INDICADORES DE GESTIÓN EN P&S

Para cumplir con el ciclo de mejoramiento continuo es necesario realizar una medición de la gestión semanalmente y así controlar a tiempo las desviaciones. Dentro de todo proceso de mejoramiento continuo existe la necesidad de revisar constantemente los aciertos y desviaciones de los planes propuestos y por ello se dice que ***“Lo que no se mide no se puede controlar, lo que no se controla no se mejora”***.

Los indicadores de gestión permiten identificar las oportunidades de mejoramiento y desviaciones respecto a las metas propuestas mediante la interpretación de los resultados, al igual que los aspectos positivos que deberá mantener dentro de los

valores ideales. Los responsables del cumplimiento deben poder actuar sobre ellos.

Por esta razón se deben establecer los indicadores de gestión para el proceso de planeación y programación que respondan a los puntos que se desean controlar, sin embargo existen indicadores a nivel mundial ya conocidos y que pueden servir como referencia para lograr este propósito. Los Indicadores de gestión definidos para el proceso de planeación y programación:

1. FICHA TECNICA DEL INDICADOR

Nombre:	EDAD DE ORDENES DE TRABAJO > A 90 DIAS
Unidad de medida:	Porcentaje
Objetivo:	Establecer el porcentaje de OT's abiertas más antiguas con edades mayores a 90 días en el sistema MP2 para realizar gestión.
Definición:	Es el porcentaje que determina la cantidad de OT's abiertas con fecha de solicitud que supera los 90 días a la fecha actual con respecto a la cantidad de OT's abiertas .en MP2 por frentes de trabajo.
Fórmula:	$\text{Edad de OT's} = \frac{\# \text{ OT's } > \text{ a } 90 \text{ días}}{\# \text{ Total de OT's abiertas en MP2}}$

FUENTES DE INFORMACION

Componente formula	Definición	Fuente información	Fecha entrega
Numerador	Cantidad de Órdenes de Trabajo abiertas con fecha de creación mayor a 90 días.	MP2	Todos los Martes
Denominador	Cantidad de Órdenes de Trabajo abiertas en el Sistema MP2.	MP2	Todos los Martes

RESPONSABLE DE INDICADOR

Responsable calculo	Frecuencia calculo	Responsable evaluación	Frecuencia revisión de meta
Ing. Confiabilidad	Semanalmente (Todos los miércoles)	Ing. Confiabilidad	Anualmente

DEFINICION DE OBJETIVO

Meta	Peso	Rango Global	Desviación	Ultima fecha actualización
20%	5	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">>20% <=25</div> <div style="background-color: yellow; color: black; padding: 2px;">>5% <=20%</div> <div style="background-color: green; color: white; padding: 2px;"><=5% 0%</div> </div>	0%<=20%	01/Sept./2012
Calificación de Desempeño		Mal		
		Regular		
		Bien		

2. FICHA TECNICA DEL INDICADOR

Nombre:	MANTENIMIENTO PLANEADO
Unidad de medida:	Porcentaje
Objetivo:	Establecer el porcentaje de Órdenes de Trabajo que han sido gestionadas por parte del planeador.
Definición:	Es el porcentaje que determina la cantidad de OT's que se encuentran en estado Planeadas con respecto a las OT's que se encuentran sin programar en el Sistema MP2 por frentes de trabajo.
Fórmula:	$\text{Mantenimiento Planeado} = \frac{\# \text{ OT's en estado Planeadas}}{\# \text{ Total de OT's sin Programar}}$

FUENTES DE INFORMACION

Componente formula	Definición	Fuente información	Fecha entrega
Numerador	Cantidad de Ordenes de Trabajo que están en estado Planeadas en MP2.	MP2	Todos los Martes
Denominador	Cantidad de Ordenes de Trabajo que están sin Programar en MP2.	MP2	Todos los Martes

RESPONSABLE DE INDICADOR

Responsable calculo	Frecuencia cálculo	Responsable evaluación	Frecuencia revisión de meta
Ing. Confiabilidad	Semanalmente (Todos los miércoles)	Ing. Confiabilidad	Anualmente

DEFINICION DE OBJETIVO

Meta	Peso	Rango Global	Desviación	Ultima fecha actualización
90%	5	<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div style="background-color: red; color: white; padding: 2px 5px;"><80%</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px 5px;">>=80% <95%</div> <div style="background-color: green; padding: 2px 5px;">>=95% 100%</div> </div>	>80% <90%	01/Sept./2012

Calificación de Desempeño	Mal
	Regular
	Bien

3. FICHA TECNICA DEL INDICADOR

Nombre:	MANEJO DE MP2
Unidad de medida:	Porcentaje
Objetivo:	Establecer el porcentaje de Órdenes de Trabajo que han sido gestionadas adecuadamente en MP2.
Definición:	Es el porcentaje que determina la cantidad de OT's en donde la información mínima requerida no ha sido gestionada por completo con respecto al número total de OT's abiertas en el Sistema MP2 por frentes de trabajo.
Fórmula:	$\text{Manejo de MP2} = \frac{\# \text{ OT's con información incompleta}}{\# \text{ Total de OT's abiertas en el Sistema MP2}}$

FUENTES DE INFORMACION

Componente formula	Definición	Fuente información	Fecha entrega
Numerador	Cantidad de Ordenes de Trabajo que tienen información incompleta en MP2.	MP2	Todos los Martes
Denominador	Cantidad de Ordenes de Trabajo que están abiertas en el Sistema MP2.	MP2	Todos los Martes

RESPONSABLE DE INDICADOR

Responsable calculo	Frecuencia cálculo	Responsable evaluación	Frecuencia revisión de meta
Ing. Confiabilidad	Semanalmente (Todos los miércoles)	Ing. Confiabilidad	Anualmente

DEFINICION DE OBJETIVO

Meta	Peso	Rango Global	Desviación	Ultima fecha actualización
5%	10	<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> >10% >=5% <=10% <5% </div>	>=5% <=10%	01/Sept./2012
Calificación de Desempeño		<div style="background-color: red; color: white; text-align: center; padding: 2px;">Mal</div> <div style="background-color: orange; text-align: center; padding: 2px;">Regular</div> <div style="background-color: green; color: white; text-align: center; padding: 2px;">Bien</div>		

4. FICHA TECNICA DEL INDICADOR

Nombre:	ORDENES DE TRABAJO EN OVERDUE
Unidad de medida:	Porcentaje
Objetivo:	Órdenes de trabajo en donde su ejecución ha sido atrasada sin haber sido reprogramada o ejecutada posterior a la definición de una fecha de programación de inicio.
Definición:	Es el porcentaje que determina la cantidad de OT's que se encuentran en Overdue (atrasadas) con respecto a la cantidad de OT's que se encuentran abiertas en el Sistema MP2 por frentes de trabajo.
Fórmula:	$\text{OT's en Overdue} = \frac{\# \text{ OT's en Overdue}}{\# \text{ OT's abiertas en el Sistema MP2}}$

FUENTES DE INFORMACION

Componente formula	Definición	Fuente información	Fecha entrega
Numerador	Cantidad de Ordenes de Trabajo en Overdue.	MP2	Todos los Martes
Denominador	Cantidad de Ordenes de Trabajo que están abiertas en el Sistema MP2.	MP2	Todos los Martes

RESPONSABLE DE INDICADOR

Responsable calculo	Frecuencia cálculo	Responsable evaluación	Frecuencia revisión de meta
Ing. Confiabilidad	Semanalmente (Todos los miércoles)	Ing. Confiabilidad	Anualmente

DEFINICION DE OBJETIVO

Meta	Peso	Rango Global	Desviación	Ultima fecha actualización
5%	5	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> >15% >5% <=15% <=5% </div>	0% <=5%	01/Sept./2012
Calificación de Desempeño		Mal		
		Regular		
		Bien		

5. FICHA TECNICA DEL INDICADOR

Nombre:	ORDENES DE TRABAJO DEFERRAL
Unidad de medida:	Porcentaje
Objetivo:	Órdenes de trabajo en donde su ejecución ha sido aplazada luego de haber superado su ciclo de vida sin haber sido reprogramada o ejecutada posterior a la definición de una fecha de programación de inicio.
Definición:	Es el porcentaje que determina la cantidad de OT's que se encuentran en Deferral (aplazadas) con respecto a la cantidad de OT's que se encuentran abiertas en el Sistema MP2 por frentes de trabajo.
Fórmula:	$\% \text{ OT's en Deferral} = \frac{\# \text{ OT's en Deferral}}{\# \text{ OT's abiertas en el Sistema MP2}}$

FUENTES DE INFORMACION

Componente formula	Definición	Fuente información	Fecha entrega
Numerador	Cantidad de Ordenes de Trabajo en Deferral.	MP2	Todos los Martes
Denominador	Cantidad de Ordenes de Trabajo que están abiertas en el Sistema MP2.	MP2	Todos los Martes

RESPONSABLE DE INDICADOR

Responsable calculo	Frecuencia cálculo	Responsable evaluación	Frecuencia revisión de meta
Ing. Confiabilidad	Semanalmente (Todos los miércoles)	Ing. Confiabilidad	Anualmente

DEFINICION DE OBJETIVO

Meta	Peso	Rango Global			Desviación	Ultima fecha actualización
5%	5	>15%	>5% <=15%	<=5%	0% <=5%	01/Sept./2012

Calificación de Desempeño	Mal
	Regular
	Bien

6. FICHA TECNICA DEL INDICADOR

Nombre:	BACKLOG DE MANTENIMIENTO
Unidad de medida:	Número
Objetivo:	Carga de trabajo pendientes por ejecutar en un rango de tiempo preestablecido.
Definición:	Es el número de ciclos de trabajo (semana) que determina la cantidad de HH de OT's abiertas pendientes por ejecutar con respecto a la cantidad de HH disponibles en cada frente de trabajo en un ciclo.
Fórmula:	$\text{Backlog} = \frac{\# \text{ HH de OT's en Back log}}{\# \text{ HH disponibles por frente por ciclo de programación}}$

FUENTES DE INFORMACION

Componente formula	Definición	Fuente información	Fecha entrega
Numerador	Cantidad de HH de Órdenes de Trabajo en Back log.	MP2	Todos los Martes
Denominador	Cantidad de HH disponibles por frente por periodo.	Programador	Todos los Martes

RESPONSABLE DE INDICADOR

Responsable calculo	Frecuencia cálculo	Responsable evaluación	Frecuencia revisión de meta
Ing. Confiabilidad	Semanalmente (Todos los miércoles)	Ing. Confiabilidad	Anualmente

DEFINICION DE OBJETIVO

Meta	Peso	Rango Global	Desviación	Ultima fecha actualización
3 semanas	10	<div style="display: inline-block; background-color: red; color: white; padding: 2px;">>6 ó <3 semanas</div> <div style="display: inline-block; background-color: yellow; color: black; padding: 2px;">>4 <=6 semanas</div> <div style="display: inline-block; background-color: green; color: white; padding: 2px;">>=3 <=4 semanas</div>	>=3 <=4 semanas	01/Sept./2012
Calificación de Desempeño		<div style="background-color: red; color: white; padding: 2px; text-align: center;">Mal</div> <div style="background-color: yellow; color: black; padding: 2px; text-align: center;">Regular</div> <div style="background-color: green; color: white; padding: 2px; text-align: center;">Bien</div>		

7. FICHA TECNICA DEL INDICADOR

Nombre:	EFFECTIVIDAD EN PROGRAMACION DE HH
Unidad de medida:	Porcentaje
Objetivo:	Identificar las desviaciones entre la capacidad laboral asignada a OT's programadas y la capacidad laboral disponible.
Definición:	Es el porcentaje que determina la cantidad de HH que han sido programadas en el ciclo con respecto al número de HH disponibles por los frentes de trabajo por ciclo para la programación de trabajos de mantenimiento.
Fórmula:	$\text{Efectividad en programación HH} = \frac{\# \text{ HH Programadas}}{\# \text{ HH disponibles por ciclo de programación}}$

FUENTES DE INFORMACION

Componente formula	Definición	Fuente información	Fecha entrega
Numerador	Cantidad de HH programadas en el periodo	Programador	Todos los Martes
Denominador	Cantidad de HH disponibles para el periodo.	Programador	Todos los Martes

RESPONSABLE DE INDICADOR

Responsable calculo	Frecuencia cálculo	Responsable evaluación	Frecuencia revisión de meta
Ing. Confiabilidad	Semanalmente (Todos los miércoles)	Ing. Confiabilidad	Anualmente

DEFINICION DE OBJETIVO

Meta	Peso	Rango Global	Desviación	Ultima fecha actualización
80%	10	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <div style="width: 25%; background-color: red; color: white; text-align: center;"><70%</div> <div style="width: 25%; background-color: yellow; color: black; text-align: center;">>=70% <80%</div> <div style="width: 25%; background-color: lightgreen; color: black; text-align: center;">>=80% <100%</div> </div>	>=70% <=80%	01/Sept./2012
Calificación de Desempeño		<div style="background-color: red; color: white; text-align: center; padding: 5px;">Mal</div> <div style="background-color: yellow; color: black; text-align: center; padding: 5px;">Regular</div> <div style="background-color: lightgreen; color: black; text-align: center; padding: 5px;">Bien</div>		

8. FICHA TECNICA DEL INDICADOR

Nombre:	ORDENES DE TRABAJO AVERIAS > 21 DIAS
Unidad de medida:	Número
Objetivo:	Establecer si existen OT's de averías (Prioridad 01 y 02) que ya superan los 21 días después de su creación.
Definición:	Es la cantidad de OT's tipo Avería abiertas (OT's tipo Emergencias y Críticas) con fecha de creación > 21 días con respecto a la fecha actual.
Fórmula:	$OT's\ Averias > 21\ dias = \# OT's\ Averias > 21\ dias$

FUENTES DE INFORMACION

Componente formula	Definición	Fuente información	Fecha entrega
Numerador	Cantidad de OT's tipo Averías abiertas con fecha de creación mayor a 21 días	MP2	Todos los Martes
Denominador	Cantidad de OT's tipo Averías abiertas en el Sistema MP2.	MP2	Todos los Martes

RESPONSABLE DE INDICADOR

Responsable calculo	Frecuencia cálculo	Responsable evaluación	Frecuencia revisión de meta
Ing. Confiabilidad	Semanalmente (Todos los miércoles)	Ing. Confiabilidad	Anualmente

DEFINICION DE OBJETIVO

Meta	Peso	Rango Global			Desviación	Ultima fecha actualización
5%	10	>10%	>5% <=10%	0% <=5%	0% <=5%	01/Sept./2012
Calificación de Desempeño		Mal				
		Regular				
		Bien				

9. FICHA TECNICA DEL INDICADOR

Nombre:	RELACION OT`S AVR+EMER vs. OT`S PROGRAMADAS
Unidad de medida:	Porcentaje
Objetivo:	Determina el tiempo real invertido en trabajos programados frente a las órdenes de avería o de emergencias que originan desviaciones en la Programación.
Definición:	Es el porcentaje que determina la cantidad de HH reportadas en MP2 en trabajos tipo averías (01, 02) con respecto el número total de HH reportadas en OT`s que fueron ejecutadas en el ciclo por frentes de trabajo.
Fórmula:	$\text{Relación OT`s Avr+ Emer vs. Programadas} = \frac{\# \text{ HH OT`s Averías + Emergencias}}{\# \text{ HH de OT`s ejecutadas}}$

FUENTES DE INFORMACIÓN

Componente formula	Definición	Fuente información	Fecha entrega
Numerador	Cantidad de HH invertidas en OT`s Averías y Emergencias	MP2	Todos los Martes
Denominador	Cantidad de HH invertidas en OT`s	MP2	Todos los Martes

RESPONSABLE DE INDICADOR

Responsable calculo	Frecuencia cálculo	Responsable evaluación	Frecuencia revisión de meta
Ing. Confiabilidad	Semanalmente (Todos los miércoles)	Ing. Confiabilidad	Anualmente

DEFINICION DE OBJETIVO

Meta	Peso	Rango Global			Desviación	Ultima fecha actualización
15%	10	>25%	>15%<=25%	0<=15%	0%<=15%	01/Sept./2012
Calificación de Desempeño		Mal	Regular	Bien		

10. FICHA TECNICA DEL INDICADOR

Nombre:	CUMPLIMIENTO DE PROGRAMACION EN OT`S
Unidad de medida:	Porcentaje
Objetivo:	Determinar el número de OT's programadas que se dejaron de ejecutar y las respectivas causas de desviaciones.
Definición:	Es el porcentaje que determina la cantidad de OT's que se ejecutaron de la Programación con respecto a la cantidad de OT's que fueron Programadas y acordadas para cada frente de trabajo.
Fórmula:	$\text{Cumplimiento programación en OT's} = \frac{\# \text{ OT's ejecutadas}}{\# \text{ OT's programadas}}$

FUENTES DE INFORMACION

Componente formula	Definición	Fuente información	Fecha entrega
Numerador	Cantidad de OT`s cerradas en el Sistema MP2	MP2	Todos los Martes
Denominador	Cantidad de OT`s programadas en el periodo.	MP2	Todos los Martes

RESPONSABLE DE INDICADOR

Responsable calculo	Frecuencia cálculo	Responsable evaluación	Frecuencia revisión de meta
Ing. Confiabilidad	Semanalmente (Todos los miércoles)	Ing. Confiabilidad	Anualmente

DEFINICION DE OBJETIVO

Meta	Peso	Rango Global	Desviación	Ultima fecha actualización
70%	15	<70% >=65% <70% >=70% 100%	>=65% <=70%	01/Sept./2012
Calificación de Desempeño		Mal		
		Regular		
		Bien		

11. FICHA TECNICA DEL INDICADOR

Nombre:	CUMPLIMIENTO DE PROGRAMACION EN HH
Unidad de medida:	Porcentaje
Objetivo:	Identificar la desviación del tiempo estimado por el planeador para realizar los trabajos programados.
Definición:	Es el porcentaje que determina la cantidad de HH reportadas en un ciclo de programación con respecto a la cantidad de HH que fueron planeadas para la Programación de Mantenimiento aprobado para cada frente de trabajo.
Fórmula:	$\text{Cumplimiento programación} = \frac{\# \text{ HH Programadas reportadas en HH}}{\# \text{ HH programadas}}$

FUENTES DE INFORMACION

Componente formula	Definición	Fuente información	Fecha entrega
Numerador	Cantidad de HH de OT's programadas que son reportadas	MP2	Todos los Martes
Denominador	Cantidad de HH programadas en el periodo.	MP2	Todos los Martes

RESPONSABLE DE INDICADOR

Responsable calculo	Frecuencia cálculo	Responsable evaluación	Frecuencia revisión de meta
Ing. Confiabilidad	Semanalmente (Todos los miércoles)	Ing. Confiabilidad	Anualmente

DEFINICION DE OBJETIVO

Meta	Peso	Rango Global	Desviación	Ultima fecha actualización
70%	15	<60% ò >120% >105% <=120% >=60% <70% >=90% <=105% >=70% <=100%		01/Sept./2012
Calificación de Desempeño		Mal Regular Bien		

12. FICHA TECNICA DEL INDICADOR

Nombre:	RANKING DE DESEMPEÑO
Unidad de medida:	Valor absoluto
Objetivo:	Evaluar la Gestión Global de los Grupos de Planeación y Ejecución de Mantenimiento ponderando los valores obtenidos por cada frente de trabajo en cada una de los Índices de Gestión.
Definición:	Es el valor absoluto que pondera la Gestión por frente de trabajo frente al proceso de Planeación y Programación.
Fórmula:	Ranking de desempeño = \sum Pesos ponderados

FUENTES DE INFORMACION

Componente formula	Definición	Fuente información	Fecha entrega
Numerador	Pesos ponderados de los 11 Indicadores	MP2	Todos los Martes

RESPONSABLE DE INDICADOR

Responsable calculo	Frecuencia cálculo	Responsable evaluación	Frecuencia revisión de meta
Ing. Confiabilidad	Semanalmente (Todos los miércoles)	Ing. Confiabilidad	Anualmente

DEFINICION DE OBJETIVO

Meta	Rango Global	Desviación	Ultima fecha actualización
100%			01/Sept./2012

ANEXO H

RCA (ANÁLISIS CAUSA RAIZ)										
Matriz de Clasificación de Eventos (MaCE)										
Clasificación Severidad de Eventos					Clasificación Frecuencia de Eventos					
HSE		Producción		Costos de reparación (Directos y asociados)	Imagen de la empresa	Mayor a 36 meses	Entre 12 y 36 meses	Entre 3 y 12 meses	Entre 1 y 3 meses	< 1 mes
Seguridad	Ambiente	TECA (Bbls)	JAZMIN (Bbls)							
Una o mas fatalidades	Derrame Mayor >700 bls	50	200	>20000 \$US	Internacional	N2	N2	N3	N3	N3
Accidente incapacitante permanente	Derrame Mediano 70 -700 bls	35	150	Entre 15000 y 20000 \$US	Nacional	N1	N2	N2	N3	N3
Incapacidad entre 4 y 30 días	Derrame Menor 7-70 bls	25	100	Entre 10000 y 15000 \$US	Regional	NR	N1	N2	N2	N3
Accidente con lesion menor a 3 días	Derrame Remoto 1 - 7 bls	15	50	Entre 5000 y 10000 \$US	Local	NR	NR	N1	N1	N2
Accidente con heridas leves / Primeros Auxilios	Derrame Proximo <1 bls	5	20	<5000 \$US	Interna	NR	NR	NR	N1	N1
Ninguna lesion	Ninguno	Ninguna Perdida	Ninguna Perdida	Sin Costo	Ninguna	NR	NR	NR	NR	NR

<p>Nota. Todo evento reportado en los sistemas de contraincendio y equipos de seguridad (Safety Critical Equipments) generara inmediatamente un RCA NIVEL 2</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #d9ead3;">CRITERIO DE CLASIFICACION DE EVENTOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #800080; color: white;">Crítico</td> <td style="text-align: center;">RCA NIVEL 3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ff0000; color: white;">Semicrítico</td> <td style="text-align: center;">RCA NIVEL 3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffff00; color: black;">Importante</td> <td style="text-align: center;">RCA NIVEL 2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #00ff00; color: black;">Relevante</td> <td style="text-align: center;">REPORTE DE FALLA</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc; color: black;">No Relevante</td> <td style="text-align: center;">REPORTE DE EVENTO EN MP2</td> </tr> </tbody> </table>	CRITERIO DE CLASIFICACION DE EVENTOS		Crítico	RCA NIVEL 3	Semicrítico	RCA NIVEL 3	Importante	RCA NIVEL 2	Relevante	REPORTE DE FALLA	No Relevante	REPORTE DE EVENTO EN MP2
CRITERIO DE CLASIFICACION DE EVENTOS													
Crítico	RCA NIVEL 3												
Semicrítico	RCA NIVEL 3												
Importante	RCA NIVEL 2												
Relevante	REPORTE DE FALLA												
No Relevante	REPORTE DE EVENTO EN MP2												

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE EVENTOS

Instrucciones de Uso:

La matriz se compone de 2 partes, la izquierda que corresponde a los aspectos a evaluar como ocurrencia de un evento: HSE, pérdidas de producción, costos de reparación e imagen de la empresa, la parte derecha establece una frecuencia de repetición que va desde superior a 36 meses hasta menor a 1 mes.

Comience por la parte izquierda, establezca en donde impacta el evento, luego determine el rango (valores) de acuerdo a los valores mostrados en las casillas (columna). Una vez haya hecho esto, trace mentalmente una línea horizontal por la fila que corresponde al valor del evento. Ahora determine la frecuencia de ocurrencia y de la misma forma trace mentalmente una línea vertical. El punto

RCA (ANÁLISIS CAUSA RAIZ)										
Matriz de Clasificación de Eventos (MaCE)										
Clasificación Severidad de Eventos					Clasificación Frecuencia de Eventos					
HSE		Producción		Costos de reparación (Directos y asociados)	Imagen de la empresa	Mayor a 36 meses	Entre 12 y 36 meses	Entre 3 y 12 meses	Entre 1 y 3 meses	< 1 mes
Seguridad	Ambiente	TECA (Bbls)	JAZMIN (Bbls)			Mayor a 36 meses	Entre 12 y 36 meses	Entre 3 y 12 meses	Entre 1 y 3 meses	< 1 mes
Una o mas fatalidades	Derrame Mayor >700 bls	50	200	>20000 \$US	Internacional	N2	N2	N3	N3	N3
Accidente incapacitante permanente	Derrame Mediano 70 -700 bls	35	150	Entre 15000 y 20000 \$US	Nacional	N1	N2	N2	N3	N3
Incapacidad entre 4 y 30 días	Derrame Menor 7-70 bls	25	100	Entre 10000 y 15000 \$US	Regional	NR	N1	N2	N2	N3
Accidente con lesion menor a 3 días	Derrame Remoto 1 - 7 bls	15	50	Entre 5000 y 10000 \$US	Local	NR	NR	N1	N1	N2
Accidente con heridas leves / Primeros Auxilios	Derrame Proximo <1 bls	5	20	<5000 \$US	Interna	NR	NR	NR	N1	N1
Ninguna lesion	Ninguno	Ninguna Perdida	Ninguna Perdida	Sin Costo	Ninguna	NR	NR	NR	NR	NR

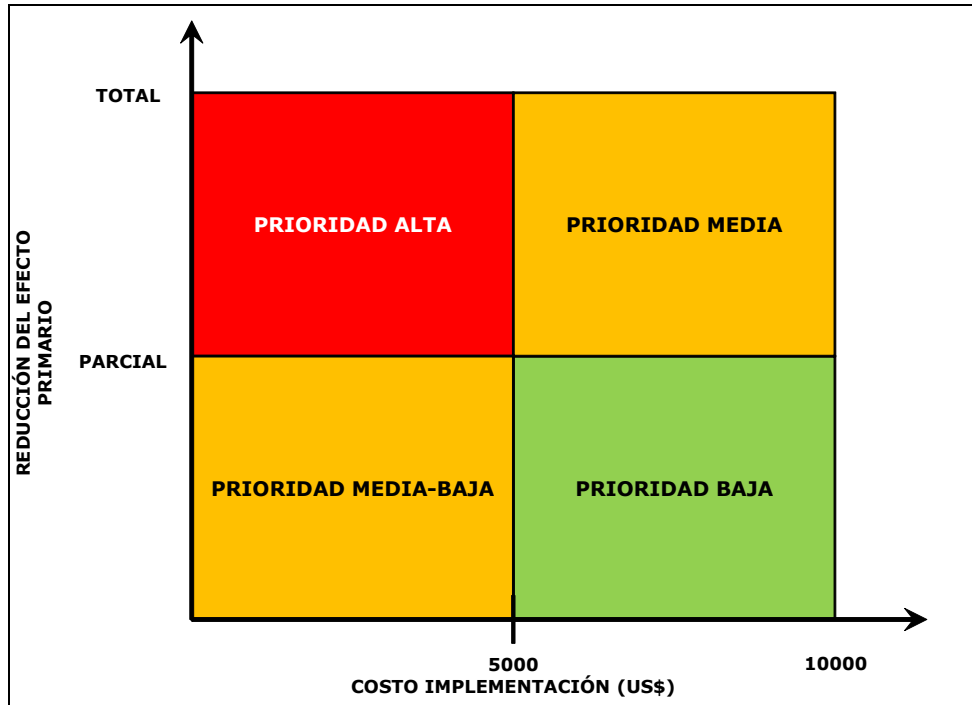
CRITERIO DE CLASIFICACION DE EVENTOS	
Critico	RCA NIVEL 3
Semicritico	RCA NIVEL 2
Importante	REPORTE DE FALLA
Relevante	REPORTE DE EVENTO EN MP2
No Relevante	REPORTE DE EVENTO EN MP2

Nota. Todo evento reportado en los sistemas de contraincendio y equipos de seguridad (Safety Critical Equipments) generara inmediatamente un RCA NIVEL 2

donde se crucen nos da la clasificación del evento y de esta forma el tipo de análisis.

ANEXO I

MATRIZ PRIORIZACIÓN DE RECOMENDACIONES



Instrucciones de uso: En el eje Y establezca dos estados, si la solución elimina por completo o parcialmente el evento analizado, y crúzela con el eje X Costo de implementación menor o superior a 5000 Dólares, de acuerdo a esto establezca en que cuadrante se encuentra.

Ejemplo: Si una solución elimina completamente el evento y tiene un costo menor a 5000 dólares, se clasificará como prioridad ALTA

ANEXO J

INDICADORES DE GESTIÓN Y DESEMPEÑO

INDICADORES DE GESTIÓN PROCESO ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ

1. CUMPLIMIENTO EJECUCIÓN DE RCAs

Definición. El indicador compara la cantidad de análisis programados de acuerdo a los eventos que lo ameritan, con la cantidad de análisis ejecutados.

Objetivo. Monitorear el cumplimiento en la ejecución de los RCAs que se programan en el periodo.

Formula

$$\text{Cumplimiento Ejecución RCAs} = \frac{\text{Cantidad RCA's Ejecutados}}{\text{Cantidad RCA's Programados}} \times 100$$

Cantidad RCA's Ejecutados. Número de RCAs que se han desarrollado en el periodo cuyas recomendaciones se encuentran aprobadas y agentadas, es decir, en etapa de implementación.

Cantidad RCA's Programados. Requerimientos de análisis que surgen luego que un evento es clasificado y definido su nivel de análisis requerido.

- **Frecuencia de medición**

Mensual.

- **Tipo de indicador**

Indicador de Gestión del Proceso.

- **Responsables del indicador**

Custodio del Proceso RCA

- **Fuentes de Información**

Matriz de Clasificación de Eventos (MaCE)

- **Meta** Esta meta está propuesta inicialmente para ejecutar 2 RCA's por mes.

2. AVANCE IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES RCA's

Definición. El indicador compara el porcentaje de avance esperado de las soluciones derivadas de los análisis de acuerdo a su fecha objetivo con el avance real reportado por los responsables de su implementación.

Objetivo. Monitorear el cumplimiento en la implementación de las soluciones derivadas de los análisis.

Formula

$$\text{Cumplimiento Implementación Soluciones} = \frac{\%Avance Real}{\%Avance Esperado}$$

Definiciones

% Avance Real: Avance cumplido a la fecha de corte de las soluciones derivadas de un análisis.

% Avance Esperado: Avance proyectado a la fecha de corte con base en la fecha objetivo propuesta para la implementación de las soluciones derivadas de un análisis.

- **Frecuencia de medición**

Mensual.

- **Tipo de indicador**

Indicador de Gestión del Proceso.

- **Responsables del indicador**

Custodio del Proceso RCA

- **Fuentes de Información**

Matriz de Clasificación de Eventos (MaCE)

- **Meta**

80%

3. AHORROS POR EJECUCIÓN DE RCA's

Definición. El indicador mide el beneficio económico conseguido a través de la implementación del Proceso, comparando los costos operacionales generados antes de los análisis y los generados a la fecha de corte posterior a los análisis, esto para eventos del mismo tipo.

Objetivo. Monitorear la efectividad de los análisis y/o soluciones derivadas de ellos, en la reducción de los costos operacionales generados por los eventos.

Formula

$$\text{Ahorros por Ejecución de RCA's} = 1 - \frac{\text{Costos Operacionales Despues de Soluciones}}{\text{Costos Operacionales Antes de Soluciones}}$$

Definiciones

Costos Operacionales Antes de Soluciones. Costos generados por el tipo de falla analizada entre pérdidas de producción y costos de reparación.

Costos Operacionales Después de Soluciones. Costos generados por fallas del mismo tipo luego de haberse ejecutado y cerrado las recomendaciones derivadas del análisis.

- **Frecuencia de medición**

Trimestral

- **Tipo de indicador**

Indicador de Desempeño del Proceso.

- **Responsables del indicador**

Custodio del Proceso RCA

- **Fuentes de Información**

MP2

- **Meta**

9,7%

4. REDUCCIÓN FRECUENCIA DE EVENTOS ANALIZADOS CON RCA

Definición. El indicador evalúa la efectividad del proceso en términos frecuencia de ocurrencia de los eventos que han sido analizados con la metodología RCA

Objetivo. Monitorear el cumplimiento en la implementación de las soluciones derivadas de los análisis.

Formula

$$\text{Reducción Frecuencia de Eventos} = 1 - \frac{\text{Cantidad de Eventos Despues de Análisis}}{\text{Cantidad de Eventos Antes de Análisis}}$$

Definiciones:

Cantidad de Eventos Antes de Análisis. Cantidad de eventos del mismo tipo que se han presentado y que generan el requerimiento de análisis.

Cantidad de Eventos Luego de Análisis. Cantidad de eventos que se han presentado del mismo tipo, luego de haber implementado completamente todas las soluciones derivadas del análisis.

- **Frecuencia de medición**

Trimestral

- **Tipo de indicador**

Indicador de Desempeño del Proceso.

- **Responsables del indicador**

Custodio del Proceso RCA

- **Fuentes de Información**

MP2

- **Meta**

Por definir