

MODELO DEL GERENCIAMIENTO DEL MANTENIMIENTO
OUTSOURCING EN EL SECTOR PETROLERO

SAMUEL GUAYARA BARRERO
MARCO FIDEL SUÁREZ GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2009

MODELO DEL GERENCIAMIENTO DEL MANTENIMIENTO
OUTSOURCING EN EL SECTOR PETROLERO

SAMUEL GUAYARA BARRERO
MARCO FIDEL SUÁREZ GONZÁLEZ

Monografía de Grado presentada como requisito para
Optar al título de Especialista en Gerencia de
Mantenimiento

Director: Oscar Fernando Mora B.
Ingeniero Mecánico
Magister en Ingeniería

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2009

DEDICATORIA

A Dios, porque con Él, todo es posible.

A mi esposa Martha Lucia,
y a Mi madre Ana María

SAMUEL

Agradezco a mi esposa Magaly que
Me apoyo en todo momento y a
Mis hijos su comprensión

MARCOS

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresamos nuestros agradecimientos:

Al ingeniero Oscar Fernando Mora B, por su valioso tiempo y disponibilidad, durante el desarrollo de esta monografía.

A ECOPETROL S.A. por su apoyo en el desarrollo de nuestro trabajo, Permitiéndonos acceder a toda su información, facilitando y promoviendo su realización.

A todos los directivos de la especialización de la Universidad Industrial de Santander por habernos brindado la oportunidad de complementar nuestra formación y ampliar nuestros horizontes e incrementar nuestro desarrollo personal.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. INDUSTRIA PETROLERA.....	2
1.1 LOCALIZACIÓN.....	5
1.2 LA INDUSTRIA PETROLERA Y SU ENFOQUE DE MANTENIMIENTO	6
1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	7
1.4 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	7
1.4.1 Direccionamiento Estratégico y Operacional.	7
1.4.2 Coordinación de Planeación y Programación del Mantenimiento	7
1.4.3 Coordinación de Integridad Técnica	9
1.5 INDICADORES DE PROCESO EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	10
1.5.1 Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento.	10
1.5.2 Tiempo Promedio para Fallar (TPPF).	11
1.5.3 Tiempo Promedio para Reparar (TPPR).....	11
1.5.4 Tiempo Promedio entre Fallos (TMEF).....	11
1.5.5 El Tiempo Promedio.	11
1.5.6 Disponibilidad.....	11
1.5.7 Utilización.....	12
1.5.8 Confiabilidad	12
1.5.9 Confiabilidad Sistemas y Componentes..	12
1.5.10 Indicadores de Mantenimiento	13
2. OUTSOURCING.....	16
2.1 DEFINICIONES Y CONSIDERACIONES.....	16
2.2 OBJETIVOS DEL OUTSOURCING.....	17
2.3 ALCANCE DEL OUTSOURCING	17
2.4 HISTORIA DEL OUTSOURCING	18
2.5 POR QUÉ UTILIZAR OUTSOURCING.....	18
2.6 ESTRATEGIAS DE OUTSOURCING.....	19

2.7	CLASES DE OUTSOURCING	20
2.8	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL OUTSOURCING.....	20
2.9	MODALIDAD DE CONTRATACIÓN.....	21
2.9.1	Consideraciones para la Estrategia de Contratación.	22
2.9.2	Alcance de la Contratación en Mantenimiento.....	23
3.	MANTENIMIENTO ACTUAL.....	24
3.1	HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	24
3.2	EL MANTENIMIENTO COMO FUENTE DE RENTABILIDAD	25
3.2.1	Evolución del concepto de Mantenimiento.....	26
3.2.2	La Gestión del Riesgo.....	27
3.2.3	Patrones de Falla.....	28
3.3	TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO	30
3.3.1	Métodos Proactivos.	31
3.3.2	Métodos Reactivos.	31
3.4	MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM).....	31
3.5	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).....	31
3.6	ANÁLISIS CAUSA RAÍZ (RCA).....	32
3.7	MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL (MCO)	32
3.7.1	Diagnóstico.	33
3.7.2	Control.	33
3.7.3	Optimización.	33
3.8	INSPECCIÓN BASADA EN RIESGO.....	34
3.9	MODELOS DE OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	34
3.10	MANTENIMIENTO CLASE MUNDO	37
3.11	GESTION DE ACTIVOS.....	37
3.11.1	Definición de Gerencia de Activos.	38
3.11.2	Definición de Integridad, Confiabilidad y el Riesgo Operacional.....	39
3.12	ORGANIZACIÓN, RESPONSABILIDAD, AUTORIDADES, Y RECURSOS EN LA GERENCIA DE ACTIVOS.....	39

3.12.1 Organización.....	40
3.12.2 Empleados propios.. ..	40
3.12.3 Contratación de actividades con terceros	40
3.12.4 Materiales.	41
3.12.5 Logística de almacenamiento	42
3.12.6 Finanzas.	42
3.12.7 Seguimiento a los Costos.. ..	42
3.13 RESPONSABILIDADES EN EL MANTENIMIENTO.....	43
3.13.1 Orientación y Criterios.....	43
3.13.2 Aspectos Generales de Carácter Técnico	43
3.14 GESTION DEL CONOCIMIENTO	45
3.15 RESPONSABILIDADES EN LA GESTIÓN PERSONAL Y DESEMPEÑO...48	
3.15.1 Orientación y Criterios.....	48
3.16 RESPONSABILIDADES EN EL ASEGURAMIENTO DEL CONOCIMIENTO .49	
3.16.1 Orientación y Criterios.....	49
4. MODELO DE GERENCIAMIENTO OUTSOURCING	50
4.1 CONSIDERACIONES PARA LA TERCERIZACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	50
4.1.1 Costos Directos y Rendimiento.....	50
4.1.2 Contratación de servicios versus contratación de recurso	51
4.1.3 Aseguramiento del Conocimiento y Criticidad <u>.....</u>	51
4.1.4 Definición Del Alcance De Contratación.. ..	52
4.2 ALCANCE DE LA CONTRATACIÓN EN MANTENIMIENTO	53
4.2.1 Direccionamiento Estratégico y Operacional	53
4.2.2 Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad.	53
4.2.3 Planeación, Programación y Ejecución de Mantenimiento.. ..	53
4.2.4 Monitoreo y Control.....	54
4.2.5 Descripción de los Contratos de Soporte a los Procesos Productivos en los Procesos de Producción de Petróleo.	54

4.2.6	Análisis de los Diferentes Tipos Contractuales..	56
4.2.7	Hold Up.	57
4.2.8	Garantías y Renegociaciones..	58
4.2.9	Asimetrías de Información.	58
4.2.10	Interferencia.	59
4.2.11	Consideraciones para la Estrategia de Contratación.	59
4.3	ANALISIS QFD.....	60
4.4	CICLO PHVA.....	64
4.5	MODELO DE GESTIÓN	66
4.5.1	Perfil del Servicio de Mantenimiento.	66
4.5.2	Calidad, Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.	67
4.5.3	Planeación y Programación del Mantenimiento y Análisis de Fallas.	68
4.5.4.	Ejecución del Mantenimiento.	68
4.5.5	Control y Optimización del Mantenimiento y Reducción de Costos.	69
4.6	CICLO DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	69
4.6.1	Planeación de las actividades.....	69
4.6.2	Programación de las Actividades de Mantenimiento.	69
4.6.3	Ejecución de las Actividades de Mantenimiento.	70
4.7	RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA	71
4.7.1	Informes y Análisis de Falla.	71
4.7.2	Indicadores de Resultado.	72
4.8	ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	73
5.	CONCLUSIONES	77
	BIBLIOGRAFIA	79
	ANEXOS	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Utilidad Neta: Fuente Ecopetrol S.A.	2
Figura 2. Ingresos operacionales (Millardos \$) de las 100 mejores empresas país.3	3
Figura 3. Infraestructura Petrolera en Colombia	5
Figura 4. Estructura Organizacional.....	7
Figura 5. Nuevos patrones de tasas de falla.....	28
Figura 6. Objetivos del Mantenimiento.....	30
Figura 7. Evolución de las Técnicas de Mantenimiento.	30
Figura 8. Confiabilidad Operacional.....	33
Figura 9. Tendencia Gestión de Conocimiento	45
Figura 10. Matriz de Gestión de Conocimiento	47
Figura 11. Diagrama de Edgeworth para los diferentes esquemas contractuales considerados.....	57
Figura 12. Fases del QFD.....	60
Figura 13. Estructura del Ciclo PHVA	65

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Producción Diaria Promedio Crudo por Empresa (Barriles/día BPDC)	4
Tabla 2. Cuadro de Responsabilidades en Mantenimiento.....	44
Tabla 3. Matriz de Gestión de Conocimiento	47
Tabla 4. Cuadro de Responsabilidades Humanas.....	48
Tabla 5. Cuadro de Responsabilidades del Conocimiento	49
Tabla 6. Comparativo de costos laborales	50
Tabla 7. Proceso de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad	53
Tabla 8. Estrategia de contratación de mantenimiento	54
Tabla 9. Tipos de Contrato de soporte.....	55
Tabla 10. Cuadro de Datos Iniciales de QFD	61
Tabla 11. Cuadro de Datos Calculados QFD.....	61
Tabla 12. Cuadro de Resultados QFD	62
Tabla 13. Cuadro de Resultados QFD.....	63
Tabla 14. Cuadro de Seguimiento PHVA.....	65
Tabla 15. Matriz de la Excelencia en Mantenimiento.....	76

RESUMEN

TÍTULO: MODELO DEL GERENCIAMIENTO DEL MANTENIMIENTO OUTSOURCING EN EL SECTOR PETROLERO*

AUTOR (ES): SAMUEL GUAYARA BARRERO Y MARCO FIDEL SUÁREZ GONZÁLEZ**

PALABRAS CLAVES: MANTENIMIENTO, OUTSOURCING, GESTIÓN, INDICADORES, ACTIVOS.

DESCRIPCIÓN: Este trabajo establece los pasos a tener en cuenta en el momento de entrar a estudiar la aplicación del Outsourcing dentro de las empresas del sector petrolero en el área de mantenimiento. El modelo se aplica al área de mantenimiento de activos de producción de petróleo y contiene:

- Presentar el contexto de la industria del sector de producción de petróleo, su participación en la industria del país.
- Evaluación de la madurez de la gestión de mantenimiento en el sector petróleo.
- Aspectos relevantes de la contratación, modelo de contrato, indicadores de desempeño para seguimiento y control para mutuo beneficio.
- Definición de las actividades a contratar, asegurando que lo contratado está acorde con las políticas, lineamientos y objetivos estratégicos de la empresa contratante.
- Establecer los objetivos y lineamientos estratégicos de la organización para el proveedor del servicio.
- Definición de los indicadores de medio para medir la gestión del proveedor del servicio y los de resultado para medir la efectividad de la estrategia de Outsourcing del mantenimiento sobre la base del logro de los objetivos y metas planteadas.
- Modelo de Outsourcing enfocado en el direccionamiento estratégico del mantenimiento y estrecho control de los resultados.
- Modelos de contratos colaborativos de trabajo para la consecución de resultados comunes.

Se pretende proporcionar un modelo que oriente la aplicación a los Administradores de mantenimiento para que apliquen de manera estructurada y confiable sobre las necesidades de outsourcing en la empresa.

*Monografía.

**Facultad Físico-Mecánica, Escuela Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Ing. Oscar Fernando Mora

SUMMARY

TITLE: OUTSOURCING MAINTENANCE MANAGEMENT MODEL IN THE OIL SECTOR*

AUTHORS: SAMUEL GUAYARA BARRERO AND MARCO FIDEL SUÁREZ GONZÁLEZ**

KEY WORDS: MANTENIMIENTO, OUTSOURCING, MANAGEMENT, INDICATORS, ASSETS.

DESCRIPTION: This paper set out the steps to be taken into account when going to study the application of outsourcing companies within the oil industry in the maintenance area, the model is applied to the area of asset maintenance of oil production and it contains:

- Presenting the context of the industry in the production of oil sector.
- The mature evaluation of the maintenance management in the oil sector.
- Relevant aspects of the hiring model contract performance indicators for monitoring and control for mutual benefit.
- Definition of the activities to be contracted, assuring that what is contracted is according to the policies, guidelines and strategic objectives of the contracting company.
- Setting objectives and organizational strategic guidelines for the service supplier.
- Definition of the half indicators to measure the service supplier management and out comes to measure the effectiveness of maintenance outsourcing strategy based on the achievement of the objectives and goals set.
- Outsourcing model focused on the strategic management of maintenance and close monitoring of results.
- Collaborative contract work models towards common results..

In order to provide a model to guide the application to maintenance managers to implement a structured and reliable on the outsourcing needs of the company.

*Monograph.

**Mechanical-Physical Faculty, School of Mechanical Engineer, Maintenance Management Specialization. Director: Ing. Oscar Fernando Mora

INTRODUCCIÓN

El outsourcing se ha puesto de moda, y cuando algo se pone de moda, siempre hay prisa por tenerlo, es por eso que estos cambios incluyen la necesidad de ser globales, la necesidad de crecer sin usar más capital, la necesidad de responder a las amenazas y oportunidades de la economía, el envejecimiento de la fuerza laboral, la reducción de costos y batallar por el pensar del consumidor.

Más que un proceso al azar el desarrollo del outsourcing es el resultado de luchas presiones, nuevas y mayores, sobre la industria y sobre los recursos de un mundo en donde ya no se pueden permitir las existencias reguladoras internas ni múltiples niveles gerenciales.

El objetivo de este trabajo es presentar un modelo de aplicación del outsourcing que contenga las herramientas de evaluación objetiva del mismo como estrategia de administración, circunscrita al área de mantenimiento.

En la primera parte, se encuentra el enfoque del mantenimiento en la industria petrolera, además de los fundamentos teóricos de lo que significa el outsourcing, su definición, ventajas y desventajas, cuáles son sus objetivos, como debe ser enfocado, que puede ser contratado o no, y cuáles son los aspectos a tener en cuenta para una implementación exitosa.

En la segunda parte, se presenta el modelo para el análisis de la aplicación del outsourcing en mantenimiento, en donde se definen los pasos que se deben seguir y la metodología para evaluar su aplicabilidad, para identificar los potenciales de mejora, para determinar los objetivos que se persiguen, para identificar los requisitos del servicio necesarios, para identificar los parámetros en la evaluación del contrato y para fijar los criterios de evaluación de las propuestas; Para ello se recurrió al estudio de la bibliografía disponible relacionada con el tema, así como de los artículos publicados sobre el mismo, adaptándolos a nuestras necesidades mediante el análisis y la síntesis de la información, superando el inconveniente de que el outsourcing ha surgido de manera múltiple.

En tercera parte, presentamos el modelo aplicado en la práctica, para la aplicación del outsourcing en el mantenimiento. Esperamos que nuestro estudio y análisis, sirva como una guía clara, de fácil aplicación para las compañías del sector petrolero.

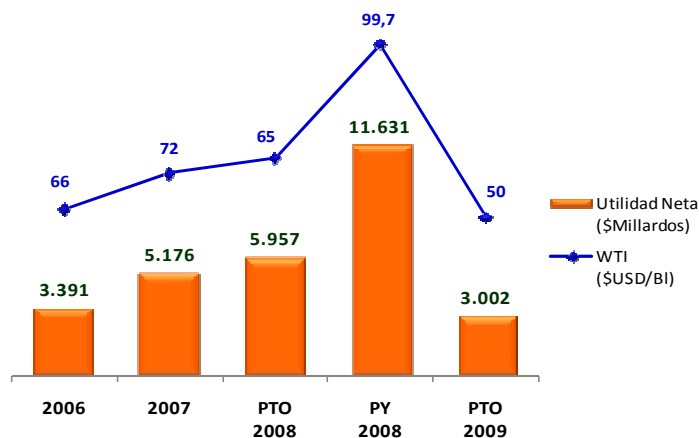
1. INDUSTRIA PETROLERA

La industria petrolera se caracteriza por que se ocupa de toda la cadena del negocio, es decir explora, explota, transporta y comercializa el petróleo y/o los derivados de su refinación; como cualquier industria se ve influenciada por los estándares corrientes de la globalización: desregulación, apertura, privatización, de considerar la industria y las empresas petroleras como uno más de los sectores estratégicos y monopolios reservados a la intervención directa de los Estados, surge la tendencia cada vez más nítida, a considerarlos como un espacio más de actividad económica.

Dependiendo de los acuerdos políticos que los actores puedan lograr en cada país se están tomando acciones en el conjunto de los productores de petróleo que van desde la inversión privada, privatización total de la industria, En los últimos tiempos, el petróleo ha sido un factor significativo para los mercados mundiales, dado que ha alcanzado niveles mayores a los USD\$100 por barril. La forma en que se relaciona con la economía de los países y los factores que influyen en la evolución del precio del petróleo son altamente cambiantes.

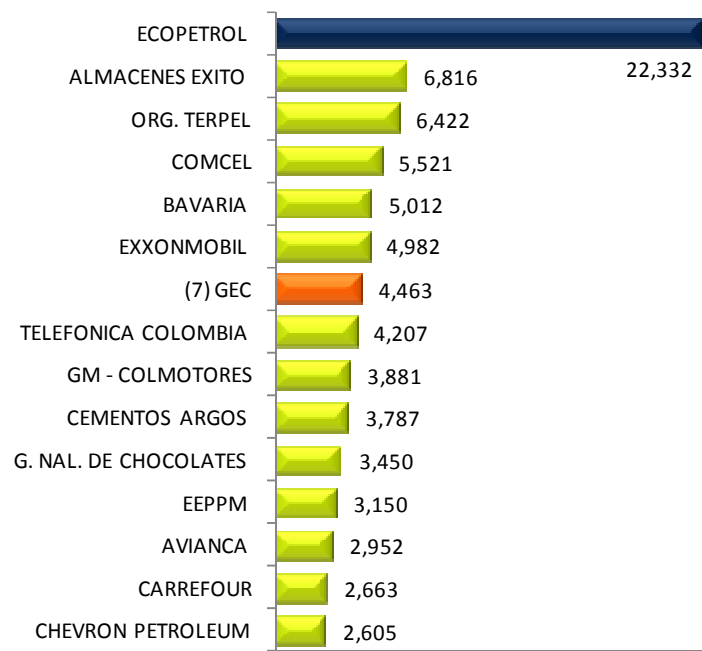
Aunque factores como acontecimientos y comportamientos políticos de los países productores o consumidores, factores ambientales como el calentamiento global y el carácter de recurso natural no renovable del petróleo afectan positiva o negativamente el precio del barril de petróleo, la industria del petróleo es una de las más rentables del sector industrial.

Figura 1. Utilidad Neta: Fuente Ecopetrol S.A.



Por su misma rentabilidad, es común encontrar que las empresas construyan y mantengan la infraestructura necesaria para el negocio, dentro de estas facilidades podemos hallar sistemas de generación de energía, redes de distribución, casinos, vivienda, comisariatos, clubes, redes de telecomunicaciones, campamentos, bodegas, etc. Hoy las empresas vienen enfocándose en el core del negocio, dejando a otros el proveer estas facilidades como servicios o mediante convenios interadministrativos.

Figura 2. Ingresos operacionales (Millardos \$) de las 100 mejores empresas país



De acuerdo a las estadísticas de producción generados por el ministerios de minas y energía junto con la dirección de hidrocarburos, se tiene datos de producción de cada compañía exploradora y operadora en los diferentes campos petroleros de Colombia. Como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Producción Diaria Promedio Crudo por Empresa (Barriles/día BPDC)

**MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
DIRECCION DE HIDROCARBUROS
PRODUCCION DIARIA PROMEDIO DE CRUDO POR
EMPRESA (BARRILES POR DIA CALENDARIO - BPDC)
ENERO A FEBRERO DE 2009**

EMPRESA	ENERO	FEBRERO	PROMEDIO
TOTAL	617.312	646.146	630.996
ECOPETROL LLANOS	106.112	105.115	105.639
OCCIDENTAL DE COLOMB	95.644	96.589	96.093
BP EXPLORATION	77.823	74.519	76.255
ECOPETROL CENTRO ORI	66.442	66.927	66.672
META PETROLEUM	49.274	56.887	52.887
PETROBRAS	42.660	44.697	43.627
ECOPETROL ALTO MAGDA	25.543	25.515	25.530
PERENCO	25.237	24.987	25.119
HOCOL S.A.	23.979	25.872	24.878
MANSAROVAR ENERGY CO	19.245	23.865	21.438
HUPECOL	19.956	17.250	18.672
PETROMINERALES COLOM	13.380	21.759	17.356
GRAN TIERRA ENERGY C	7.710	13.085	10.260
ECOPETROL D. SUR	6.154	8.211	7.130
PETROTESTING	5.894	6.333	6.102
EMERALD	3.957	4.165	4.056
INTEROIL	3.886	3.674	3.785
PETROSANTANDER	3.466	3.491	3.478
C&C ENERGY	3.497	3.247	3.378
KAPPA	3.321	3.201	3.264
ECOPETROL	2.166	4.059	3.064
MONTECZ S.A.	1.732	1.514	1.628
REPSOL	1.540	1.606	1.571
WINCHESTER	781	2.358	1.529
HARKEN DE COLOMBIA	1.541	1.270	1.412
CONEQUIPOS	503	2.085	1.254
SIPETROL	904	909	907
SOLANA PETROLEUM	1.398	181	821
PETRÓLEOS DEL NORTE	772	723	749
UNION TEMPORAL ANDIN	674	658	667
RAMSHORN	779	149	480
CHEVRON PETR.COMPANY	309	240	276
UNION TEMPORAL II&B	235	277	255
UNION TEMPORAL MORIC	195	191	193
PETROLEOS COLOMBIANS	118	139	128
ISMOCOL	95	93	94
U.T.OMEGA ENERGY	81	80	80
DRILLING AND WORKOVE	105	26	67
CONSORCIO CAMPOS DE	62	62	62
COPP S.A.	39	40	39
COLTANQUES	40	36	38
MOMPOS CONSTRUCTION	34	28	31
STRATUS OIL & GAS	15	21	18
UNION TEMPORAL MOCAN	10	12	11
WELL LOGGING	4	4	4

Fuente. Ministerio de Minas y Energía Dirección de Hidrocarburos

1.1 LOCALIZACIÓN

Esta industria se encuentra establecida en todo el territorio nacional, en departamentos como el Meta, Casanare, Huila, Putumayo, Santander, Tolima, Nariño y otras ciudades con empresas nacionales y extranjeras como Ecopetrol S.A., Occidental de Colombia, BP Exploration, Meta Petroleum, Petrobras, Perenco, Hocol S.A., Mansarovar Energy Co, Hupecol, Petrominerales, Gran Tierra Energy, Petrotesting, Emerald, Interoil, Petrosantander, C&C Energy, Kappa, Montecz S.A., Repsol, Winchester, Harken de Colombia, Conequipos, Sipetrol, Solana Petroleum, Petroleos del Norte, Unión Temporal Andina, Ramshorn, Chevron, Unión Temporal II&B, Unión Temporal Moric, Petroleos Colombianos, Ismocol, U.T. Omega Energy, Drilling and Workove, Copp S.A., Coltanques, Mompos Construction, Stratus Oil & Gas, Unión Temporal Mocan y Well Logging. Con la mayor participación en la producción de petróleo del país por Ecopetrol S.A., Occidental y BP Exploration y Metapetroleum.

Figura 3. Infraestructura Petrolera en Colombia



Fuente. Revista de Ecopetrol

1.2 LA INDUSTRIA PETROLERA Y SU ENFOQUE DE MANTENIMIENTO

Hasta hace veinte años, el mantenimiento en el sector petrolero era enfocado con los mismos esfuerzos para los equipos de confort, como para una unidad del proceso de producción de petróleo.

La gestión de mantenimiento se caracterizaba por procesos de planeación o programación de los trabajos muy pobres o inexistentes, escasa o nula priorización, falta de organización y control de repuestos, falta de una desagregación y control de los costos de mantenimiento, ineficientes prácticas de manejo de personal y escasas o inexistencia de información de mantenimiento para mejorar la gestión. Hoy se cuenta con sistemas de gestión, información histórica de los equipos, estructura de costos de mantenimiento, estandarización y documentación de las prácticas y procedimientos, lecciones aprendidas, planeación y programación de los trabajos, gestión del conocimiento, estructura basada en procesos, herramientas de análisis, indicadores de desempeño de los equipos, procesos, personas, etc., que permiten hacer mejoras continuas a los mismos.

El hacer mantenimiento con un concepto actual no implica reparar equipo roto tan pronto como se pueda sino mantener el equipo en operación a los niveles especificados. En consecuencia, la gestión de mantenimiento no consiste en realizar el trabajo equivocado en la forma más eficiente; su primera prioridad es prevenir fallas y de este modo reducir los riesgos de paradas imprevistas. El mantenimiento no empieza cuando los equipos e instalaciones son recibidos y montados, sino en la etapa inicial de todo proyecto.

Es el medio que tiene toda empresa para conservar operable con el grado de eficiencia y eficacia su activo fijo, engloba al conjunto de actividades necesarias para, mantener una instalación equipo en funcionamiento y restablecer el funcionamiento de los equipo, por lo tanto el mantenimiento incide, en la cantidad y calidad de la producción.

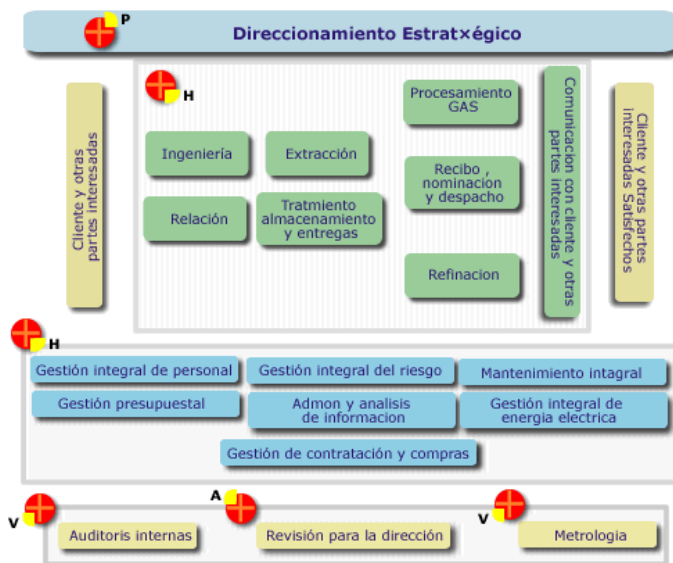
El mantenimiento constituye un sistema dentro de toda organización industrial cuya función consiste en ajustar, reparar, remplazar o modificar los componentes de una planta industrial para que la misma pueda operar satisfactoriamente en cantidad/calidad durante un período dado.

El mantenimiento, por su incidencia significativa sobre la producción y la productividad de las empresas, constituye uno de los modos idóneos para lograr y mantener mejoras en eficiencia, calidad, reducción de costos y de pérdidas, optimizando así la competitividad de las empresas que lo implementan dentro del contexto de la Excelencia Gerencia y Empresarial.

1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Las estructuras de las empresas de la industria del petróleo, en su mayoría están organizadas por procesos, siendo Mantenimiento parte integral de los procesos de apoyo a los procesos productivos. ¹www.web.Cecodes.org.co, Junio del 2009, desarrollo sostenible y responsabilidad social.

Figura 4. Estructura Organizacional



1.4 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

1.4.1 Direccionamiento Estratégico y Operacional. El Proceso de Direccionamiento Estratégico y Operacional del Mantenimiento es una función primordial e indelegable de las áreas de mantenimiento y, por tanto, esta debe ser desarrollada de manera directa. Los procesos de planeación de largo plazo, la gestión de inventarios de mantenimiento, y la validación de iniciativas de inversión están considerados dentro de esta actividad.

1.4.2 Coordinación de Planeación y Programación del Mantenimiento. Estructurar el plan anual y quinquenal de mantenimiento día a día y de paradas de planta, en concordancia con los objetivos de producción, criterios de priorización y optimización de costos, que permitan garantizar el máximo beneficio económico y

¹ www.web.Cecodes.org.co, Tomado de revista desarrollo sostenible y resposabilidad social.

la confiabilidad y disponibilidad de las unidades operativas; Establecer el programa de mantenimiento diario, semanal y mensual en concordancia con los objetivos y metas definidas en el plan estratégico.

Establecer el qué y cómo se deben realizar las acciones de mantenimiento día a día y de parada de planta, en concordancia con los criterios de priorización, alcance y optimización de costos.

Coordinar la ejecución de los trabajos de mantenimiento correctivo, proactivo y con parada de planta, asegurando el cumplimiento de los programas y tiempos de entrega de los equipos y unidades de proceso definidos en la planeación.

Asegurar la existencia de repuestos para ejecución de los trabajos programados y definidos en los Estudios de Mantenimiento centrados en la Confiabilidad (RCM), Estudios de Inspección basados en Riesgo (RBI), Estudios de funciones de protección Instrumentadas (IPF), anticipando las necesidades con tiempo suficiente para su compra.

Liderar el proceso de consolidación del presupuesto de mantenimiento día a día y de paradas de planta, en concordancia con los objetivos de producción, los criterios de priorización y optimización de costos.

Generar el máximo valor agregado del mantenimiento correctivo, proactivo y con parada de planta para las unidades de proceso y demás instalaciones industriales, a través de la incorporación de las mejores prácticas, el uso de tecnologías de punta y el análisis de desempeño.

Asegurar la ejecución de las actividades de mantenimiento definidas en los talleres de RCMs, para lograr aumentar la relación de mantenimiento Proactivo vs. Correctivo y lograr los estándares internacionales esperados.

Asegurar el uso óptimo de los recursos económicos asignados para la ejecución del mantenimiento correctivo, proactivo y con parada de planta, controlando la ejecución presupuestal mediante el seguimiento de los programas de compras para la operación y el mantenimiento (insumos, materiales y repuestos) y contratos de mantenimiento (mano de obra, materiales y servicios).

Responder por el suministro oportuno de recurso humano y ejecución de los trabajos de emergencia que se presenten, con el objetivo de restablecer las condiciones operativas de las unidades de proceso en el menor tiempo posible y lograr cumplir con los objetivos y metas de producción definidas.

Administrar la información y el conocimiento generado en el desarrollo de la gestión de la planeación de mantenimiento, de acuerdo con las políticas corporativas. Definir el quién, cuándo y a qué costo se desarrollarán las

actividades del mantenimiento de día a día y con parada de planta de tal forma que se cumplan los objetivos operacionales y se optimicen los costos.

Conformar el paquete de trabajo (recursos, instrucciones de seguridad, herramientas, repuestos, entre otros) para garantizar que las tareas que serán ejecutadas por mantenimiento tengan nivelados los recursos y puedan llevarse a cabo de manera exitosa; para disminuir el backlog de mantenimiento de las áreas operativas y para garantizar el 100% del cumplimiento del plan.

Hacer seguimiento y control al cumplimiento del programa de mantenimiento, mediante ajustes a los programas diarios y semanales de las unidades y áreas de proceso.

1.4.3 Coordinación de Integridad Técnica. Direccional el control de riesgos e integridad técnica en equipos, sistemas y unidades a través de la aplicación de normas y estándares de diseño seguro de proceso y participar activamente en la formulación y actualización de dichas normas y estándares.

Asegurar conjuntamente con las coordinaciones de la gerencia técnica, el plan y ejecución del monitoreo y verificación del estado de las estructuras físicas, bancos de tubería, válvulas de seguridad, sistemas de parada de emergencia, y otros sistemas de protección y proponer las acciones requeridas para garantizar el cumplimiento de los estándares de integridad técnica; direccionar los análisis de riesgos, la valoración y la aplicación de sistemas de mitigación y acciones operacionales requeridas hasta el restablecimiento de las condiciones que garanticen la integridad técnica de los equipos, sistemas y unidades.

Proponer acciones de mejoramiento y justificación técnica de proyectos de inversiones para actualización o reposición de los sistemas y equipos que garantizan la integridad técnica del proceso; la gestión de la ejecución de las recomendaciones técnicas, producto de los estudios de peligros y efectos de las áreas operativas.

Asegurar la transferencia del conocimiento organizacional en relación con los sistemas de protección e integridad técnica de equipos, sistemas, unidades e incorporar en los planes de desarrollo individual y los entrenamientos requeridos, al realizar el seguimiento, evaluación y control de los proyectos, programas y actividades a cargo de la dependencia.

Al Administrar la información y el conocimiento generado en el desarrollo de su gestión de acuerdo con las políticas corporativas.

1.5 INDICADORES DE PROCESO EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO²

1.5.1 Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento. Productividad y competencia son características de los ambientes donde se desempeñan corporaciones e industrias, las cuáles se ven obligadas a maximizar sus capacidades productivas y minimizar costes operativos. La condición y disponibilidad de sus sistemas productivos juegan un papel decisivo en el éxito de sus negocios.

Para la función Mantenimiento, esto significa una constante búsqueda de nuevas y novedosas formas de incrementar la confiabilidad, disponibilidad y vida útil de plantas y equipos industriales, siempre a través de un control efectivo de costes. El hecho de planificar y programar los trabajos de Mantenimiento a grandes volúmenes de equipos e instalaciones ha visto en la automatización una oportunidad de constantes mejoras, y la posibilidad de plasmar procedimientos cada día más complejos e interdependientes.

Esto aunado a la mejor práctica de un mantenimiento de Clase Mundial, que establece Sistemas Integrados, ha conllevado a las grandes corporaciones a tomar la decisión de adoptar sistemas de Mantenimiento de Planificación Empresarial CMMS.

El Modelo de Mantenimiento, a través de CMMS permite la clasificación y caracterización de la información, para que ésta sea agrupada y consultada de acuerdo a los requerimientos específicos de cada usuario, lo cual facilita los procesos de análisis y toma de decisiones, tan importantes en las áreas de costes y confiabilidad.

La práctica de Ingeniería de Confiabilidad, la gestión de activos, la medición de los indicadores y la gestión de la disponibilidad; así como la reducción de los costes de mantenimiento constituyen los objetivos primordiales de las empresas enfocadas a asegurar la calidad de gestión de la organización de mantenimiento. Los Indicadores de mantenimiento y los sistemas de planificación empresarial asociados al área de efectividad permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes de esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar la labor de mantenimiento.

Estos indicadores son:

- Tiempo Promedio para Fallar (TPPF)
- Tiempo Promedio para Reparar (TPPR)

² " Manual de Indicadores de Mantenimiento", PDVSA, 1998

- Tiempo Promedio entre Fallos (TMEF)
- Disponibilidad
- Utilización
- Confiabilidad

1.5.2 Tiempo Promedio para Fallar (TPPF). Este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. El Tiempo Promedio para Fallar también es llamado "Tiempo Promedio Operativo" o "Tiempo Promedio hasta la Falla".

1.5.3 Tiempo Promedio para Reparar (TPPR). Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado.

1.5.4 Tiempo Promedio entre Fallos (TMEF). El Tiempo Promedio Entre Fallos indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo; es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento fallo. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo. Uno de los parámetros más importantes utilizados en el estudio de la Confiabilidad constituye el MTBF, es por esta razón que debe ser tomado como un indicador más que represente de alguna manera el comportamiento de un equipo específico. Asimismo, para determinar el valor de este indicador se deberá utilizar la data primaria histórica almacenada en los sistemas de información.

1.5.5 El Tiempo Promedio. Para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. La mantenibilidad, definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos, es una función del diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento).

Para un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño.

1.5.6 Disponibilidad. La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. A través del

estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad, el TPPF y el TPPR, es posible para la gerencia evaluar distintas alternativas de acción para lograr los aumentos necesarios de disponibilidad.

1.5.7 Utilización. La utilización también llamada factor de servicio, mide el tiempo efectivo de operación de un activo durante un período determinado.

1.5.8 Confiabilidad. Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable o que tiene una probabilidad de supervivencia igual a uno.

Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo.

1.5.9 Confiabilidad Sistemas y Componentes. La confiabilidad de un sistema y sus componentes es de suma importancia si queremos conocer la confiabilidad de los activos. Los datos suministrados por los indicadores de confiabilidad debe darnos la distribución de fallos para una o más combinaciones de esfuerzos y ambientes.

Uno de los factores a considerar para predecir la confiabilidad de componentes es la tasa de fallo, nivel operativo del equipo, número de ciclos conectados - desconectados, número de horas de funcionamiento, naturaleza y distribución del fallo.

Otros aspectos a tomar en cuenta en la configuración de los sistemas es el tipo y grado de redundancia, naturaleza y frecuencia de las acciones de mantenimiento, modos de fallos de componentes sobre sistemas.

Existen diferentes procedimientos para obtener una predicción del sistema y componentes, como modelos matemáticos, técnicas de simulación y determinación de valores límites. La tecnología de monitoreo por condiciones realiza un análisis lógico que relaciona los fallos de los componentes con los fallos del sistema, se utilizan modelos de un conjunto de bloques en el que cada bloque representa un componente o combinación de componentes que realiza una función, cada bloque solo tiene posibles estados mutuamente excluyentes.

La tecnología dispone de estrategias para reducir la probabilidad de fallo de un sistema y sus componentes. Consiste en dispositivos más de una serie de elementos que pueden realizar la misma función.

El análisis de fallos es el paso más importante en la determinación de un programa de mantenimiento óptimo y éste depende del conocimiento del índice de fallos de un equipo en cualquier momento de su vida útil.

El estudio de la confiabilidad se utiliza en el análisis de data operativa para mantenimiento, haciendo posible conocer el comportamiento de equipos en operación con el fin de:

- Prever y optimizar el uso de los recursos humanos y materiales necesarios para el mantenimiento.
- Diseñar y/o modificar las políticas de mantenimiento a ser utilizadas.
- Calcular instantes óptimos de sustitución económica de equipos.
- Establecer frecuencias óptimas de ejecución del mantenimiento preventivo.

Los Indicadores o índices son un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo/calidad y plazos.³

Tradicionalmente los indicadores se han visto reactivamente, o sea, utilizándolos para mirar hacia atrás con vistas a planear el futuro, sin embargo se ha venido provocando un cambio en este sentido encaminado a utilizar los indicadores con una visión proactiva, o sea, para tomar decisiones hacia el futuro, manejándolos.

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores de mantenimiento, siempre con la mirada puesta en lo que se desea alcanzar con el mantenimiento industrial, son las siguientes:

1.5.10 Indicadores de Mantenimiento. Proveer evidencia tangible a la Dirección sobre el seguimiento de los procesos de mejora y el alcance de objetivos.

- Permitir el establecimiento de estrategias para alcanzar un alto desempeño
- Facilitar la toma de decisiones
- Permitir la realización del Benchmarking
- Hacer públicos los resultados

Clases de Indicadores

- Desempeño operativo de equipos –Indirectos

³ Hernández Cruz y Navarrete Pérez, 2001

- Costos Operativos de Mantenimiento –Directos
- Desempeño de la gestión de Mantenimiento

Tipos de indicadores

- TMEF Tiempo medio entre fallas
- TMPR Tiempo medio para reparar
- TMPF Tiempo medio para fallar
- Disponibilidad
- Confiabilidad en %
- OEE Rendimiento sintético de equipos
- Tasa de fallas
- Necesidad
- Utilización

Costos operativos de Mantenimiento

- Costo de Mantenimiento x facturación
- Costo de Mantenimiento x costo de reposición
- Costo de Mantenimiento x costo producción
- Progreso esfuerzos reducción de costos
- Costo mano obra externa
- Costo de Mantenimiento x volumen producción
- Costo Capacitación
- Inmovilización de repuestos

Desempeño de la gestión de Mantenimiento

- Relación preventivo/correctivo
- Tiempo promedio entre Mantenimiento preventivos
- Tiempo promedio para Mantenimiento preventivos
- No conformidades de Mantenimiento
- Sobrecarga de servicios de Mantenimiento
- Alivio de servicios de Mantenimiento
- Backlog
- Trabajo en Mantenimiento preventivo
- Trabajo en Mantenimiento correctivo
- Personal en Capacitación
- Estructura personal control
- Estructura personal de supervisión

KPI Key Performance Indicators⁴ Constituye una combinación de indicadores técnicos y financieros Permiten el seguimiento del comportamiento de parámetros críticos de procesos clave. Requiere su sintonía con los indicadores financieros

⁴ M. Modarres, M. Kaminskiy, and V. Krivtson, Marcel Dekker. Reliability Engineering And Risk Analysis. New York, N.Y, 1998.

que utiliza la empresa a más alto nivel que facilitan la determinación de fortalezas y debilidades de áreas específicas.

Indicadores de Clase Mundial Son mundialmente reconocidos y han sido estandarizados por lo que permiten el uso del Benchmarking

- TMEF Tiempo medio entre fallas
- TMPR Tiempo medio para reparar
- TMPF Tiempo medio para fallas
- Disponibilidad
- Confiabilidad
- Costo de Mantenimiento x Facturación
- Costo de Mantenimiento x Valor de reposición

2. OUTSOURCING

2.1 DEFINICIONES Y CONSIDERACIONES⁵

El outsourcing en general responde a toda una tendencia vinculada a la reorganización de las grandes organizaciones a nivel mundial (procesos de reingeniería organizacional), entendiéndose que las mismas deben concentrar sus esfuerzos en el “business”, en el objeto de la organización o sea en el corazón de la misma, para obtener una mayor competitividad.

El outsourcing es una tendencia actual que ha formado parte importante en las decisiones administrativas de los últimos años en todas las empresas a nivel mundial. Outsourcing ha sido definido de varias maneras, se pueden mencionar:

- Es cuando una organización transfiere la propiedad de un proceso de negocio a un suplidor. La clave de esta definición es el aspecto de la transferencia de control.
- Es el uso de recursos exteriores a la empresa para realizar actividades tradicionalmente ejecutadas por personal y recursos internos.
- Es una estrategia de administración por medio de la cual una empresa delega la ejecución de ciertas actividades a empresas altamente especializadas.
- Es contratar y delegar a largo plazo uno o más procesos no críticos para un negocio, a un proveedor más especializado para conseguir una mayor efectividad que permita orientar los mejores esfuerzos de una compañía a las necesidades neurálgicas para el cumplimiento de una misión.
- Acción de recurrir a una agencia externa para operar una función que anteriormente se realizaba dentro de la compañía.
- Es el método mediante el cual las empresas desprenden alguna actividad, que no forme parte de sus habilidades principales, a un tercero especializado, por habilidades principales o centrales se entiende todas aquellas actividades que forman el negocio central de la empresa y en las que se tienen ventajas competitivas con respecto a la competencia.
- Consiste básicamente en la contratación externa de recursos anexos, mientras la organización se dedica exclusivamente a la razón o actividad básica de su negocio.
- Productos y servicios ofrecidos a una empresa por suplidores independientes de cualquier parte del mundo.

En un contexto de globalización de mercados, las empresas deben dedicarse a innovar y a concentrar sus recursos en el negocio principal, por ello el outsourcing ofrece una solución óptima, que básicamente se trata de una modalidad, según

⁵ <http://www.gerenciaoutsourcing.com>

determinadas organizaciones, grupos o personas ajenas a la compañía son contratadas para hacerse cargo de "parte del negocio" o de un servicio puntual dentro de ella, con el fin de agilizarlo, optimizar su calidad y/o reducir sus costos.

La metodología del outsourcing es parte de la toma de decisiones gerenciales, el cual la misma incluye los pasos de todo proceso administrativo de evaluación, planeación y ejecución, ayuda a planear y fijar expectativas de negocios e indica aquellas áreas donde se necesitan conocimientos especializados para realizar las distintas actividades de la organización.

Para ello es preciso pasar de un enfoque de abastecimiento tradicional que consiste en un conjunto de actividades que permite identificar y adquirir los bienes y servicios que la compañía requiere para su operación de fuentes internas o externas a una visión estratégica enfocada a aumentar el valor y la calidad de los productos de la empresa.

Es preciso aclarar que el outsourcing es diferente de relaciones de negocios y contratación, ya que en éstas últimas el contratista es propietario del proceso y lo controla, es decir, le dice al suplidor qué y cómo quiere que se desempeñen y se fabriquen los productos o servicios comprados por lo que el suplidor no puede variar las instrucciones en ninguna forma.

2.2 OBJETIVOS DEL OUTSOURCING⁶

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer un poco más sobre que trata el outsourcing o la Subcontratación, como se le suele llamar a esta herramienta, además, dentro de una solicitud de contratación del Servicio de outsourcing de Mantenimiento y Servicios Generales a los sistemas de producción y sistemas auxiliares bajo la modalidad de Factor de Riesgo ligado al cumplimiento de indicadores, desarrollando dichas actividades de manera eficiente y efectiva dentro de los más altos estándares de seguridad para las personas, el medio ambiente y los equipos.

2.3 ALCANCE DEL OUTSOURCING

El alcance comprende todos los recursos materiales, técnicos y humanos necesarios para ejecutar y desarrollar de manera integral y eficiente las actividades relacionadas directamente con el servicio de operación y mantenimiento en todas las estaciones de producción, recolección, plantas de producción, centros de generación de energía eléctrica, facilidades de producción y transferencia, pozos productores e inyectores.

⁶ <http://www.outsourcing-consulting.com>

El outsourcing es cada vez más la respuesta común a la pregunta que se hacen los empresarios para proporcionar un mejor servicio a los clientes, donde el outsourcing, combinado con otras técnicas, está creando un ambiente sofisticado, totalmente nuevo, en la relación cliente - proveedor.

A través de esta relación se busca que exista una cooperación intensa entre el cliente y el proveedor, en la que los proveedores adoptan los mismos sistemas que los clientes, de manera de proporcionar así una mejor relación de trabajo.

2.4 HISTORIA DEL OUTSOURCING⁷

El outsourcing es una práctica que data desde el inicio de la era moderna. Este concepto no es nuevo, ya que muchas compañías competitivas lo realizaban como una estrategia de negocios. Al inicio de la era post-industrial se inicia la competencia en los mercados globales.

Después de la segunda guerra mundial, las empresas trataron de concentrar en sí mismas la mayor cantidad posible de actividades, para no tener que depender de los proveedores. Sin embargo, esta estrategia que en principio resultara efectiva, fue haciéndose obsoleta con el desarrollo de la tecnología, ya que nunca los departamentos de una empresa podían mantenerse tan actualizados y competitivos como lo hacían las agencias independientes especializadas en un área, además, su capacidad de servicio para acompañar la estrategia de crecimiento era insuficiente.

El concepto de Outsourcing comienza a ganar credibilidad al inicio de la década de los 70's enfocado, sobre todo, a las áreas de información tecnológica en las empresas. Las primeras empresas en implementar modelos de outsourcing fueron gigantes como EDS, Arthur Andersen, Price Waterhouse y otros.

El outsourcing es un término creado en 1980 para describir la creciente tendencia de grandes compañías que estaban transfiriendo sus sistemas de información a proveedores. En 1998, el outsourcing alcanzó una cifra de negocio a nivel mundial de cien mil millones de dólares. De acuerdo con estudios recientes, esta cantidad se disparará hasta 282 mil millones de dólares.

2.5 POR QUÉ UTILIZAR OUTSOURCING⁸

Hasta hace un tiempo esta práctica era considerada como un medio para reducir los costos; sin embargo en los últimos años ha demostrado ser una herramienta útil para el crecimiento de las empresas por razones tales como:

⁷ <http://www.gerenciaoutsourcing.com>

⁸ <http://www.gerenciaoutsourcing.com>

Es más económico. Reducción y/o control del gasto de operación; concentración de los negocios y disposición más apropiada de los fondos de capital debido a la reducción o no uso de los mismos en funciones no relacionadas con la razón de ser de la compañía, el acceso al dinero efectivo se puede incluir la transferencia de los activos del cliente al proveedor, el manejo más fácil de las funciones difíciles o que están fuera de control.

La disposición de personal altamente capacitado y así alcanzar una mayor eficiencia; Todo esto permite a la empresa enfocarse ampliamente en asuntos empresariales, tener acceso a capacidades y materiales de clase mundial, acelerar los beneficios de la reingeniería, compartir riesgos y destinar recursos para otros propósitos.

2.6 ESTRATEGIAS DE OUTSOURCING⁹

Las claves para desarrollar de manera efectiva el outsourcing, cuando una compañía decide llevar a cabo un proceso de outsourcing, debe definir una estrategia que guíe todo el proceso, hay dos tipos genéricos de estrategia de outsourcing: la periférica y la central.

- La periférica ocurre cuando la empresa adquiere actividades de poca relevancia estratégica de proveedores externos.
- La central ocurre cuando las empresas contratan actividades consideradas de gran importancia y larga duración para obtener el éxito.

Dicha estrategia debe definirse claramente de manera que asegure que el proceso esté regido por las guías de outsourcing de la empresa, la misma debe ser conocida por los empleados envueltos en este proceso y apoyada por la alta gerencia.

Una estrategia de este tipo permite conocer a los empleados las razones por las cuales se debe subcontratar y cuándo hacerlo; Otro aspecto a definirse es el tipo de relación entre la compañía que contrata y el cliente, en esta relación existen dos componentes; uno interpersonal que establece como interaccionan el equipo responsable dentro de la empresa con el equipo del cliente y el componente corporativo que define las interacciones a nivel directivo entre ambas partes.

La estrategia de outsourcing debe definir el equipo de outsourcing, estableciendo las habilidades mínimas necesarias. Un equipo de este tipo generalmente está compuesto por personas de áreas comerciales, técnicas, financieras, entre otras, sin embargo la composición del equipo varía dependiendo del alcance del

⁹ Gambier Alfredo y Casella Daniel Alejandro. "El outsourcing. El outsourcing informático".

proyecto, por último se debe finalizar la estrategia haciendo partícipes de la misma no sólo a los directores generales sino los gerentes experimentados en proyectos de outsourcing que puedan proporcionar los aspectos operacionales de la estrategia.

2.7 CLASES DE OUTSOURCING¹⁰

La transferencia de una tarea interna a un tercero no es un negocio nuevo, así como tampoco es necesario que por ejemplo se incluya toda la función de un sistema de información, por tanto podemos hablar de dos tipos diferentes de acuerdos de outsourcing; La transferencia parcial de las actividades informáticas y los recursos a ella asociado y la venta total de los activos computarizados de la empresa.

- Transferencia parcial: se tercerizan en este caso determinadas aplicaciones del sistema, sobre todo las partes más débiles o menos desarrolladas y mantenemos en la empresa las áreas potenciales relacionadas con el soporte del sistema, por ejemplo. En este caso mantenemos en la empresa a un gerente de procedimiento que decidirá que tareas se realizarán fuera de la empresa.
- Compra de capitales: se puede vender un paquete completo de capital de los sistemas de una empresa.

Esto provee una infusión de efectivo en la organización, al mismo tiempo en que se transfiere el capital a un outsoucer. Estos pagos periódicos que realiza a la empresa que contrata al outsoucer, son deducibles del gasto, lo cual constituye una de las ventajas de esta modalidad contractual.

No es necesario trasladar los bienes físicos de la empresa, aunque sí podrán transferirse los empleados de una empresa a otra, desplazando responsabilidades. Pero aparentemente la situación es la misma, los empleados trabajan en el mismo sitio físico y con los mismos bienes.

2.8 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL OUTSOURCING¹¹

Ventajas La compañía contratante, o comprador, se beneficiará de una relación de outsourcing ya que logrará en términos generales, una "Funcionalidad mayor" a la que tenía internamente con "Costos Inferiores" en la mayoría de los casos, en virtud de la economía de escala que obtienen las compañías contratadas.

En estos casos la empresa se preocupa exclusivamente por definir la funcionalidad de las diferentes áreas de su organización, dejando que la empresa de outsourcing se ocupe de decisiones de tipo tecnológico, manejo de proyecto,

¹⁰ Gambier Alfredo y Casella Daniel Alejandro. "El outsourcing. El outsourcing informático".

¹¹ NAVARRO, Emilio del Peso. Manual de Outsourcing. Análisis y contratación. Mexico, 2003.

Implementación, administración y operación de la infraestructura; Se pueden mencionar los siguientes beneficios o ventajas del proceso de outsourcing.

- Permite a la empresa responder con rapidez a los cambios del entorno.
- Incremento en los puntos fuertes de la empresa.
- Ayuda a construir un valor compartido.
- Ayuda a redefinir la empresa.
- Construye una larga ventaja competitiva sostenida mediante un cambio de reglas y un mayor alcance de la organización
- Incrementa el compromiso hacia un tipo específico de tecnología que permite mejorar el tiempo de entrega y la calidad de la información para las decisiones críticas.
- Permite a la empresa poseer lo mejor de la tecnología sin la necesidad de entrenar personal de la organización para manejarla.
- Permite disponer de servicios de información en forma rápida considerando las presiones competitivas.
- Aplicación de talento y los recursos de la organización a las áreas claves.
- Ayuda a enfrentar cambios en las condiciones de los negocios.
- Aumento de la flexibilidad de la organización y disminución de sus costos fijos.

Desventajas Como en todo proceso existen aspectos negativos que forman parte integral del mismo; el outsourcing no queda exento de esta realidad, se pueden mencionar las siguientes desventajas del outsourcing:

- Estancamiento en lo referente a la innovación por parte del suplidor externo.
- La empresa pierde contacto con las nuevas tecnologías que ofrecen oportunidades para innovar los productos y procesos.
- Al suplidor externo aprender y tener conocimiento del producto en cuestión existe la posibilidad de que los use para empezar una industria propia y se convierta de suplidor en competidor.
- El costo ahorrado con el uso de outsourcing puede que no sea el esperado.
- Las tarifas incrementan la dificultad de volver a implementar las actividades que vuelvan a representar una ventaja competitiva para la empresa.
- Alto costo en el cambio de suplidor en caso de que el seleccionado no resulte satisfactorio.
- Reducción de beneficios Pérdida de control sobre la producción.

2.9 MODALIDAD DE CONTRATACIÓN¹²

¹² AMENDOLA, Luis José. Gestión de proyectos de activos industriales. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2006, p. 171

Las empresas están reevaluando y cambiando las relaciones entre las partes de una subcontratación. En la actualidad las organizaciones buscan relaciones más formales y a largo plazo donde el equipo interno asume un rol de socio estratégico lo que permite un mejor entendimiento del desarrollo de la estrategia del cliente.

La ventaja de este tipo de relación es que permite a ambas partes familiarizarse con el personal y el estilo operativo de la otra empresa y ayuda a que el cliente pueda satisfacer las expectativas del contratante de manera más efectiva en términos de comunicación y frecuencia en los reportes.

Todo esto resulta en una relación más llevadera y beneficiosa ya que a largo plazo se pueden lograr consideraciones en cuanto a precios como respuesta a un volumen de trabajo anual garantizado; Otra clave es la medición del desempeño en términos de tiempo, adherencia al presupuesto y al éxito del proyecto medido en base al logro de los objetivos planteados, si los niveles de desempeño no pueden medirse numéricamente se pueden crear escalas de medición subjetivas con un rango que abarque desde pobre hasta excelente.

Es recomendable compartir los resultados obtenidos con el cliente especialmente si se desean tener relaciones de largo plazo, hay que hacerle saber al cliente que cuando se comparten estos resultados no es una forma de castigo o reclamo sino más bien con el fin de buscar áreas de mejoras, de igual forma es beneficioso pedirle al suplidor como la empresa contratante puede ser mejor cliente de manera que haya una ayuda mutua y se demuestre que el contratante quiere la mejora en ambas partes.

2.9.1 Consideraciones para la Estrategia de Contratación. La estrategia de contratación se define con fundamento en la Matriz de Posición de Aprovisionamiento y en la Matriz de Gerencia de Suministro, definidas en la Política de Abastecimiento de Bienes y Servicios y en la Metodología de Abastecimiento Estratégico, para la gestión del nuevo esquema de contratación, se deben desarrollar competencias de administración e interventora en el personal propio, y revisar las estructuras para asegurar que las actividades estratégicas y de direccionamiento están debidamente soportadas.

A través de las opciones de contratación del mantenimiento se buscará la estandarización de procedimientos de trabajo y de partes de repuesto, la intercambiabilidad de equipos y partes, la optimización de los inventarios y de los costos, haciendo uso del listado de marcas aceptadas y sin que esto afecte la confiabilidad e integridad de equipos y sistemas.

2.9.2 Alcance de la Contratación en Mantenimiento. La función mantenimiento tiene, entre otros, los siguientes tipos de actividades o macro procesos:

➤ **Direccionamiento Estratégico y Operacional.** El Proceso de Direccionamiento Estratégico y Operacional del Mantenimiento es una función primordial e indelegable de las áreas de mantenimiento y, por tanto, esta debe ser desarrollada de manera directa.

Los procesos de planeación de largo plazo, proyección de la gestión de inventarios de mantenimiento, y la validación de iniciativas de inversión están considerados dentro de esta actividad.

➤ **Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad.** El Proceso de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad es medular dentro de la gestión del mantenimiento y la confiabilidad operacional y, por tanto, este debe ser direccionado, ejecutado y asegurado.

Las actividades de soporte o especializadas pueden desarrollarse de forma contratada, validada y direccionada soportando el desarrollo de estudios específicos, como RCA, RCM, RBI, IPF, CBM, Estructuración de iniciativas de inversión en mantenimiento.

3. MANTENIMIENTO ACTUAL

3.1 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO¹³

Desde el principio de los tiempos, el Hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener su equipo, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. La mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del abuso y esto sigue sucediendo en la actualidad.

Al principio solo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "Mantenimiento de Ruptura o Reactivo"

Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de máquinas y sus dispositivos.

Esta nueva tendencia se llamó "Mantenimiento Preventivo". Como resultado, los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos, desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones clave para prevenir daños al equipo.

Aún cuando ayudó a reducir pérdidas de tiempo, el Mantenimiento Preventivo era una alternativa costosa; La razón; muchas partes se reemplazaban basándose en el tiempo de operación, mientras podían haber durado más tiempo. También se aplicaban demasiadas horas de labor innecesariamente.

Los tiempos y necesidades cambiaron, en 1960 nuevos conceptos se establecieron, "Mantenimiento Productivo" fue la nueva tendencia que determinaba una perspectiva más profesional. Se asignaron más altas responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento y se hacían consideraciones acerca de la confiabilidad y el diseño del equipo y de la planta.

Fue un cambio profundo y se generó el término de "Ingeniería de la Planta" en vez de "Mantenimiento", las tareas a realizar incluían un más alto nivel de conocimiento de la confiabilidad de cada elemento de las máquinas y las instalaciones en general.

Diez años después, tomó lugar la globalización del mercado creando nuevas y más fuertes necesidades de excelencia en todas las actividades. Los estándares de "Clase Mundial" en términos de mantenimiento del equipo se comprendieron y

¹³ <http://www.tpmonline.com>

un sistema más dinámico tomó lugar. TPM es un concepto de mejoramiento continuo que ha probado ser efectivo, primero en Japón y luego de vuelta a América (donde el concepto fue inicialmente concebido, según algunos historiadores). Se trata de participación e involucramiento de todos y cada uno de los miembros de la organización hacia la optimización de cada máquina.

Esta era una filosofía completamente nueva con un planteamiento diferente y que se mantendrá constantemente al día por su propia esencia, esto implica un mejoramiento continuo en todos los aspectos y se le denominó TPM.

Tal como lo vimos en la definición, TPM son las siglas en inglés de Mantenimiento Productivo Total, también se puede considerar como Mantenimiento de Participación Total o Mantenimiento Total de la Productividad.

El propósito es transformar la actitud de todos los miembros de la comunidad industrial, toda clase y nivel de trabajadores, operadores, supervisores, ingenieros, administradores, quedan incluidos en esta gran responsabilidad.

La Implementación de TPM es un objetivo que todos compartimos, el cual también genera beneficios para todos nosotros mediante este esfuerzo, todos nos hacemos responsables de la conservación del equipo, el cual se vuelve más productivo, seguro y fácil de operar, aún su aspecto es mucho mejor.

La participación de gente que no está familiarizada con el equipo enriquece los resultados pues en muchos casos ellos ven detalles que pasan desapercibidos para quienes vivimos con el equipo todos los días.

3.2 EL MANTENIMIENTO COMO FUENTE DE RENTABILIDAD¹⁴

Para evaluar la gestión del mantenimiento, se han de definir claramente los objetivos que el mantenimiento pretende conseguir. Estos objetivos se fijarán en función de los objetivos de la empresa (rentabilidad, en mercados competitivos). La mejor manera de saber si dichos objetivos se consiguen o no y cómo contribuyen a mejorar la competitividad de la empresa es cuantificarlos en términos monetarios.

Hoy en día, las estrategias del mantenimiento están encaminadas a garantizar la disponibilidad y eficacia requerida de las unidades, equipos e instalaciones, asegurando la duración de su vida útil y minimizando los costos de mantenimiento, dentro del marco de la seguridad y el medio ambiente.

Los factores críticos de éxito de la gestión del mantenimiento son la Disponibilidad y la Eficiencia, que van a indicarnos la fracción de tiempo en que las unidades o

¹⁴ <http://www.tpmonline.com>

equipos están en condiciones de servicio (Disponibilidad) y la fracción de tiempo en que su servicio resulta efectivo para la producción.

La disponibilidad se ha de tener sólo cuando se requiere, lo cual no quiere decir que haya de ser por igual en todos los recursos (unidades), pues depende mucho de la criticidad de los mismos, y esa criticidad puede variar según las condiciones del mercado. Tener una disponibilidad demasiado elevada en recursos (unidades) que no la necesitan sólo ocasiona un exceso de costos, al hacer un uso excesivo de los recursos de mantenimiento.

La mejora en los dos ratios de Disponibilidad y eficiencia y la disminución de los costos de mantenimiento suponen el aumento de la rentabilidad de la empresa y por tanto tiene influencia directa sobre las utilidades.

3.2.1 Evolución del concepto de Mantenimiento¹⁵. Antes de esta mirada a aspectos del mantenimiento revisemos algunas definiciones básicas:

- **Mantenimiento Preventivo.** Tarea que involucra cambios/reconstrucciones de partes/equipo bajo una base regular, sin importar el estado de las mismas.
- **Mantenimiento Predictivo.** Busca mediante inspecciones periódicas determinar cuándo cambiar o reconstruir una parte/equipo en función del estado actual de los mismos.
- **Mantenimiento Detectivo.** Busca detectar la ocurrencia de fallas ocultas en equipos de protección y/o respaldo.
- **Mantenimiento Correctivo.** Restitución del equipo al estado operativo óptimo después de la ocurrencia de una falla.
- **Riesgo.** Dado matemáticamente por el producto de la probabilidad de ocurrencia de un evento y sus consecuencias.

El objetivo fundamental del mantenimiento, es preservar la función y la operabilidad, optimizar el rendimiento y aumentar la vida útil de los activos, procurando una inversión óptima de los recursos.

Este enfoque del mantenimiento es resultado de una evolución importante a través del tiempo. La literatura distingue entre tres generaciones diferentes de mantenimiento. Cada una de las cuales representa las mejores prácticas utilizadas en una época determinada.

¹⁵ <http://www.tpmonline.com>

En los últimos años se ha vivido un crecimiento muy importante de nuevos conceptos de mantenimiento y metodologías aplicadas a la gestión del mantenimiento.

Hasta finales de la década de los 90, los desarrollos alcanzados en la 3ª generación del mantenimiento incluían:

- Herramientas de ayuda a la decisión, como estudios de riesgo, modos de falla y análisis de causas de falla.
- Nuevas técnicas de mantenimiento, como el monitoreo de condición
- Equipos de diseño, dando mucha relevancia a la confiabilidad y mantenibilidad.
- Un cambio importante en pensamiento de la organización hacia la participación, el trabajo en equipo y la flexibilidad

A estos usos, se han ido añadiendo nuevas tendencias, técnicas y filosofías de mantenimiento hasta nuestros días, de tal forma que actualmente se puede hablar de una “cuarta generación” del mantenimiento.

El nuevo enfoque se centra en la eliminación de fallas utilizando técnicas proactivas. Ya no basta con eliminar las consecuencias de la falla, sino que se debe encontrar la causa de esa falla para eliminarla y evitar así que se repita.

Asimismo, existe una preocupación creciente en la importancia de la mantenibilidad y confiabilidad de los equipos, de manera que resulta clave tomar en cuenta estos valores desde la fase de diseño del proyecto. Otro punto importante es la tendencia a implantar sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y predictivo, de la organización y ejecución del mantenimiento.

A parte de estas características descritas anteriormente, existen otros dos temas importantes dentro del mantenimiento actual cuya importancia ha aumentado de manera muy importante en los últimos años:

3.2.2 La Gestión del Riesgo. Cada día cobra más importancia la identificación y control de los posibles sucesos que presentan una baja probabilidad pero consecuencias graves, sobre todo en organizaciones que operan en industrias con riesgo. El mantenimiento se está viendo como un participante clave en este proceso.

En el pasado, este tipo de sucesos se controlaban simplemente con una extensión de los Sistemas de Gestión de Seguridad y Medio Ambiente implantados en cada empresa. Sin embargo, existe una creciente percepción de que la aplicación de estos sistemas de gestión a los sucesos de “baja probabilidad / consecuencias graves” no es efectiva, por lo que es necesario desarrollar otras metodologías.

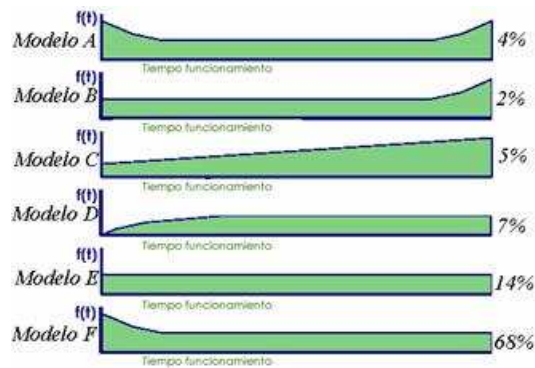
3.2.3 Patrones de Falla. Las nuevas investigaciones están cambiando muchas de las tradicionales creencias sobre la relación existente en una máquina entre el envejecimiento y la falla.

En particular, se ha demostrado que para muchos equipos existe muy poca relación entre el tiempo de operación y la probabilidad de falla; El enfoque inicial del mantenimiento suponía que la probabilidad de que una máquina falle aumenta según el tiempo de operación, siendo mayor la probabilidad de falla en la vejez de la máquina.

La segunda generación de mantenimiento introdujo el concepto de mortalidad infantil. De esta forma la tasa de fallas de una máquina puede ser representada con una curva de bañera, existiendo, por tanto, más probabilidad de falla durante el principio y el final de su vida útil; Sin embargo, en el mantenimiento actual se ha demostrado que podemos definir seis patrones diferentes de tasa de fallas, según el tipo de máquina que estemos utilizando; Teniendo en cuenta el patrón al que se ajusta cada elemento es fundamental si se quiere conseguir una óptima planificación del mantenimiento.

Debemos estar seguros de que el mantenimiento que ha sido planificado es el adecuado, ya que de nada sirve realizar el trabajo planificado de manera correcta, si éste no es el más adecuado.

Figura 5. Nuevos patrones de tasas de falla



Para los patrones de falla A, B y C, la probabilidad de falla aumenta con la edad hasta alcanzar un punto en el que es conveniente reemplazar el componente antes de que falle y así reducir su probabilidad de falla. En el caso de los componentes que presentan una probabilidad de falla del modelo E, reemplazar el componente no mejorará en ningún caso su confiabilidad, ya que el nuevo elemento tendrá la misma probabilidad de falla que el antiguo.

Si el patrón de falla al que se ajusta el componente es el F, reemplazar el elemento a intervalos fijos por un componente nuevo, no sólo no mejorará la confiabilidad, sino que aumentará la probabilidad de falla, ya que en la infancia presenta más mortalidad que en la vejez.

En el gráfico se observa que más del 50% de los componentes presentan fallas en la infancia. Esto quiere decir que cada vez que se repara o reemplaza un equipo, las posibilidades de falla prematura debido a esa operación de mantenimiento son muy elevadas. Algunas de las posibles explicaciones que se pueden dar a este hecho, son errores humanos, errores del sistema, errores de diseño o errores de piezas.

Por lo visto anteriormente, está claro que el mantenimiento actual debe centrarse en reducir las operaciones de mantenimiento provocadas por fallas que se ajustan al modelo F. Es decir, fallas ocurridas en la infancia de los equipos. Para los elementos que ajusten su tasa de fallas a este patrón F, un mantenimiento planificado a intervalos fijos aumentará las posibilidades de falla, ya que el equipo nuevo presentará más probabilidad de falla que el antiguo. Por ese motivo existe una tendencia generalizada a mantener lo mínimo posible, debido a que cualquier operación de mantenimiento realizada puede aumentar la probabilidad de falla.

Otra posibilidad, es centrarse en reducir de manera global las probabilidades de falla sobre todos los modelos. La forma de realizar esto, es mediante la utilización de un Mantenimiento Proactivo, es decir buscar la forma de eliminar las fallas, más que eliminar sus consecuencias.

Para eliminar las fallas, hay que eliminar sus causas, lo que implica conocerlas. Existen herramientas como el Análisis Causa-Raíz que ayudan a identificar y eliminar las causas de las fallas, aunque en muchas ocasiones se utiliza como una herramienta reactiva más que proactiva.

A modo de resumen, en las siguientes gráficas se presenta como han ido evolucionando las expectativas y técnicas del mantenimiento durante el último siglo:

Figura 6. Objetivos del Mantenimiento



Figura 7. Evolución de las Técnicas de Mantenimiento.



3.3 TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO

Hoy en día existen infinidad de diferentes herramientas, técnicas, metodologías y filosofías de mantenimiento. Algunas de las más utilizadas entre otras pueden ser:

- Mantenimiento Autónomo / Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- Mejoramiento de la Confiabilidad Operacional (MCO)
- Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)// (MCC)
- Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR)
- Asset Integrity
- Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en Reversa (MCC-R)
- Análisis Causa raíz (ACR)
- Análisis de Criticidad (AC)
- Optimización Costo Riesgo (OCR)
- Inspección Basada en Riesgo (RBI)(IBR)

En efecto los métodos para mejorar la confiabilidad se podrían dividir en dos:

3.3.1 Métodos Proactivos. Buscan la mejora de la confiabilidad mediante la utilización de técnicas que permitan la paulatina eliminación de las fallas tanto crónicas como potenciales. Claros ejemplos son el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad y el Mantenimiento Productivo Total.

3.3.2 Métodos Reactivos. Buscan de una manera rápida y eficaz la solución de problemas cotidianos y evitar repetición de eventos mayores. En líneas generales se trata de métodos sobre todo "post-mortem". Actualmente su mejor exponente es el Análisis Causa Raíz.

3.4 MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)¹⁶

Esta técnica surge a finales de los años sesenta como respuesta al incremento de costos y actividades del mantenimiento de las aeronaves (básicamente preventivo). En esta industria demuestra ser muy valioso, no sólo bajando los costos y actividades de mantenimiento, sino que además mejora los niveles de confiabilidad, disponibilidad y seguridad.

Estos éxitos lo hicieron apetecible a otras industrias, como la militar, petrolera y de generación de electricidad.

Esta técnica se basa en seleccionar mantenimiento sólo donde las consecuencias de las fallas así lo requieren, para esto se necesita hacer un estudio exhaustivo de todas las funciones, fallas, modos y consecuencias de las fallas, para luego decidir dónde y qué tipo de mantenimiento hacer. Establece un orden de prioridades: la seguridad y ambiente, producción, costos de reparación.

Esto ha hecho que sea una herramienta valiosa en las industrias que requieren elevados niveles de seguridad, generando a cambio de los esfuerzos, buenos resultados. Bajo su enfoque tradicional resulta muy difícil de aplicar en grandes industrias.

Es una técnica bastante analítica, lo cual ha traído problemas de implantación, debido a que a veces resulta difícil pasar del papel a la realidad, conduciendo esto a fuertes pérdidas de dinero y esfuerzos, degenerando al final en frustración de los equipos de trabajo.

3.5 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)¹⁷

Conocido por los grandes beneficios que ha obtenido en empresas manufactureras. Demostró su poder en Japón y ha comenzado a diseminarse a lo largo del mundo. Hace un gran esfuerzo en el trabajo en equipos. Se apoya

¹⁶ <http://www.predic.com>

¹⁷ NAKAJIMA, Seiichi. Introducción al MPT. Mantenimiento Productivo Total. ITPMSP-629.1991

fuertemente en limpieza y lubricación como fuentes que eliminan problemas crónicos. Requiere de una profunda cultura de trabajo en equipo y sentido de propiedad de los bienes por parte de los trabajadores.

e no poseer estos se requiere de un fuerte trabajo en el cambio cultural. Está muy ligado a los conceptos de mejoramiento continuo de la calidad y filosofías cero defectos. Difícil de aplicar en empresas de procesos, debido en muchos casos a lo ambiguo que resultan los conceptos de calidad y defectos, por otra parte el problema cultural puede entorpecer la implantación a niveles de frustración.

Donde se ha logrado su implantación exitosa, se han tenido grandes logros respecto a seguridad, ambiente, confiabilidad, disponibilidad y costos de mantenimiento.

3.6 ANÁLISIS CAUSA RAÍZ (RCA)

Técnica poderosa que permite la solución de problemas, con enfoque a corto y mediano plazo. Usa técnicas de investigación bastante exhaustivas, con la intención de eliminar las causas de los problemas/fallas.

Su valor no sólo reside en la eliminación de grandes eventos, sino en la eliminación de los eventos crónicos, que tienden a devorar los recursos de mantenimiento; Al eliminar paulatinamente los problemas crónicos y pequeños, este genera tiempo para análisis más profundos (RCM, por ejemplo).

3.7 MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL (MCO)

El mejoramiento en la confiabilidad operacional desarrollada, con la intención de agrupar las mejores prácticas de mantenimiento y operaciones con una orientación al negocio. Reconoce las limitaciones que el mantenimiento como función tiene para lograr una confiabilidad adecuada de las instalaciones.

Figura 8. Confiabilidad Operacional



Para mejorar los 4 sectores nombrados en la gráfica anterior, el MCO divide las técnicas de mejoramiento:

3.7.1 Diagnóstico. Aquí mediante uso de técnicas asociadas al manejo de riesgo se cuantifican las oportunidades a corto plazo (reactivas) y mediano largo plazo (proactivas). Como resultado se obtiene una jerarquía de implementación.

Aquí se hace uso de herramientas de análisis de criticidad y de oportunidades perdidas (a modo de ejemplo), estas permiten establecer las oportunidades de mejoramiento y que herramientas de control podrían usarse para capitalizar las oportunidades halladas.

3.7.2 Control. Aquí se usa el RCM (que combina algunas ventajas del TPM con el RCM) como técnica proactiva y el ACR como técnica reactiva, también se puede hacer uso del IBR para equipos estáticos. Como resultado se obtienen una serie de tareas de mantenimiento, operaciones, rediseño a ejecutar para mejorar el desempeño.

Estas técnicas de control por lo general son técnicas del tipo cualitativo y basadas en reglas fijas para la toma de decisión (por ejemplo: diagramas lógicos).

3.7.3 Optimización. Aquí mediante el uso de herramientas avanzadas de cálculo costo riesgo se hallan los intervalos óptimos de mantenimiento, paradas de planta, inspecciones, etc. Se trata de técnicas del tipo numérico e involucran el modelado de los equipos y/o sistemas.

Los resultados de implementar estas herramientas de esta manera son impresionantes en diversas industrias, logrando en algunos casos incluso la transformación de las empresas llevándolas a la implementación de Gerencia de Activos (Asset Management)

Grandes resultados se han encontrado en Centrales Eléctricas con la implantación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad y con el Análisis Causa Raíz. Un requisito que no debe dejarse de cumplir es el establecimiento previo de prioridades antes de la ejecución de ambas técnicas (simultaneas).

Se han desarrollado herramientas como el análisis de criticidad y el análisis de oportunidades perdidas que pueden resolver dicha inquietud eficazmente; Por otra parte normalmente ambas técnicas generarán soluciones que podrían ser agrupadas en:

- Cambios de diseño.
- Tareas preventivas.
- Tareas de Inspección (Detección y Predicción).
- Tareas correctivas.

La respuesta a cuando ejecutar dichas tareas no es simple, y en muchos casos no puede ser fijada por la ley del dedo; Grandes beneficios económicos han sido reportados con el uso de software, que pueden calcular el punto de ejecución con menor costo/riesgo posible para las tareas anteriores.

3.8 INSPECCIÓN BASADA EN RIESGO

Un capítulo especial se abre con esta técnica, que establece patrones de inspección de equipos estáticos (calderas, líneas de transmisión, etc.) en función de su riesgo asociado, nuevas aproximaciones permiten usar software para tomar en cuenta también el estado actual del equipo, lo que desencadena una continua optimización por costo/riesgo y no una frecuencia de inspección fija.

Los reportes económicos han sido cuantiosos, además de los beneficios por disponibilidad y producción. También es posible optimizar con este tipo de técnicas la frecuencia de búsqueda de fallas ocultas (pesquisa de fallas, mantenimiento detectivo), dejándose de usar entonces formulas mágicas que no generan una frecuencia óptima por costo/riesgo, pudiéndose simular factores como probabilidad de éxito de la prueba y probabilidad de destrucción del equipo probado.

3.9 MODELOS DE OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO¹⁸

Los modelos de optimización de mantenimiento se definen como aquellos modelos matemáticos cuyo objetivo es encontrar el equilibrio óptimo entre los costos y

¹⁸ <http://www.predic.com>

beneficios de éste, tomando en cuenta todo tipo de restricciones. En casi todos los casos, las ventajas del mantenimiento consisten en ahorros de costos en los cuales de otro modo se incurriría (por ejemplo, menor costo de fallas).

Esta definición no incluye todos los modelos de investigación de operaciones aplicados en el mantenimiento, como la programación de interrupciones de plantas de energía eléctrica para mantenimiento no es considerada, a menos que los aspectos de mantenimiento típicos (como el deterioro) sean modelados explícitamente. Se excluyen técnicas de dirección de proyecto, aunque algunas sean usadas en la planificación de cierre de instalaciones principales en la industria de proceso, cuando éstos carecen de los aspectos costo-beneficio del mantenimiento.

También se excluye los modelos de reemplazo de repuestos cuando éstos se enfocan principalmente en el control de inventario.

En general, los modelos de optimización de mantenimiento cubren cuatro aspectos:

- Una descripción de un sistema técnico, su función y su importancia,
- Un modelado del deterioro del sistema en el tiempo y consecuencias posibles para el sistema,
- Una descripción de la información disponible acerca del sistema y las acciones dispuestas por la dirección
- Una función objetivo y una técnica de optimización que ayuda en el descubrimiento del mejor equilibrio.
- En los modelos se clasifican según la modelación del deterioro en
 - Modelos determinísticos.
 - Modelos estocásticos.
 - En Riesgo.
 - Bajo Incertidumbre.

Ellos distinguen entre un sistema simple (componente único) y un sistema complejo. La diferencia entre riesgo e incertidumbre es que en caso del riesgo se asume que una distribución de probabilidad del tiempo de falla está disponible, lo que no ocurre en el caso de la incertidumbre; este por lo tanto incluye modelos con políticas adaptativas.

Los métodos de optimización empleados incluyen programación lineal y no lineal, programación dinámica, métodos de decisiones de Markov, técnicas de análisis de decisión, técnicas de búsqueda y metodología heurística; Los modelos de optimización de mantenimiento proporcionan varios resultados.

En primer lugar, las políticas pueden ser evaluadas y comparadas con respecto a las características de confiabilidad y rentabilidad.

En segundo lugar, los resultados pueden ser obtenidos en la estructura de monitoreo (vigilancia) óptimas, como la existencia de una política optima en los límites de control.

En tercer lugar, los modelos pueden asistir en el aspecto del tiempo; con qué frecuencia inspeccionar o mantener.

Todos estos resultados se refieren al concepto de mantenimiento; el último también se refiere adicionalmente a la planificación del mantenimiento. Finalmente, los modelos también pueden ayudar en la determinación efectiva y eficiente de programas y planes, tomando en cuenta todos los tipos de restricciones.

Cuando la dirección de un departamento de mantenimiento se encuentra en una condición de mantenimiento reactivo, una de las mejores maneras de afrontar los inicios de la gestión para pasar a la condición de mantenimiento planificado es utilizando métodos sencillos de optimización de cadenas de valor como la teoría de restricciones y los modelos de colas. La teoría de restricciones se centra, básicamente, en la búsqueda del flujo perfecto de bienes o servicios a través de una cadena de valor balanceada, coordinada y sincronizada de estaciones de trabajo, logrando así, bajar los costos de operación, reducir los inventarios y aumentar las ventas.

En el caso de un departamento de mantenimiento aplica todo lo anterior, ya que por un lado, la función mantenimiento no es otra cosa que un conjunto ordenado de actividades que agregan valor a un servicio prestado, desde una condición inicial conocida hasta una condición final que debe cumplir con los parámetros de calidad y seguridad establecidos o convenidos entre el ente encargado de agregar valor (Departamento de Mantenimiento) y el que lo recibe (clientes internos) en un tiempo determinado; siendo el servicio prestado un bien intangible podemos tomar la solicitud de trabajo como elemento tangible del servicio en su condición inicial, la orden de trabajo en proceso como elemento tangible del servicio en tránsito y la orden de trabajo culminada como elemento tangible del servicio en su condición final.

Por otro lado, en cuanto a los resultados esperados, podemos establecer una relación directa, ya que, los costos de operación son los gastos de mantenimiento, los inventarios estarían representados por las ordenes de trabajo (sin atender y en tránsito) y las ventas se pueden asociar directamente con el nivel de servicio (cantidad de solicitudes atendidas en una cantidad de tiempo determinada).

Según la teoría de restricciones, el primer paso para la implantación es identificar los cuellos de botella (estaciones de servicio que determinan la velocidad del flujo en el sistema), luego se asignan las prioridades a los trabajos a ser ejecutados y finalmente se balancea el sistema. Este proceso es reiterativo, ya que al cambiar

las condiciones externas o internas del sistema, van apareciendo nuevos cuellos de botella, lo que trae consigo nuevas acciones correctivas.

3.10 MANTENIMIENTO CLASE MUNDO

El Mantenimiento en estos últimos años, ha resultado ser una de las mejores alternativas económicas que las empresas usan para ser excelentes en su manufactura. Aquí cabe mencionar que las oportunidades de mejora que ofrece, son ahorros significativos directamente a los gastos financieros de cualquier compañía, y es aquí donde el Mantenimiento de Clase Mundial empieza a tomar su papel como apoyo a esta función.

El Mantenimiento de Clase Mundial es un conjunto de Técnicas y Prácticas ya conocidas orientadas de una manera funcional, practica y eficiente, a la búsqueda de la confiabilidad de operación de los activos de una empresa con el menor gasto posible. En otras palabras, La Administración justa y necesaria para Confiabilidad de nuestros equipos.

Mantenimiento de clase mundial significa satisfacción y superación de las expectativas y necesidades de mantenimiento de la organización con referencia a la potencialidad que proporcionan las tecnologías del momento, y en relación con el contexto social y de mercado de hoy, como relativas a cada momento del desarrollo de la humanidad y contexto social y de mercado, relacionadas con la seguridad, el medio ambiente, la calidad y la economía.

Un mantenimiento de clase mundial implica liderazgo y debe ser demostrada su existencia. El benchmarking puede ser uno de los mecanismos que contribuyan a ubicar y decidir si el proceso de mantenimiento de una organización puede clasificar como de clase mundial. Sin embargo, siempre las comparaciones y evaluaciones deben hacerse relativas a parámetros que realmente puedan ser comparables entre diferentes empresas que operan también en realidades diferentes.

3.11 GESTION DE ACTIVOS¹⁹

Mejorar la efectividad en la gestión de los activos de mantenimiento, ha llegado a ser un desafío importante para los gerentes de mantenimiento. Aunque se considere una meta rutinaria, las condiciones y las demandas financieras cambiantes para ajustar los gastos fuerzan a directores de compañías a examinar la administración del mantenimiento aún más de cerca.

El objetivo es aumentar oportunidades de mejorar la efectividad laboral y la

¹⁹ Zacarías, de la Hera. Mantenimiento: ingeniería industrial. ISSN 0214-4344, Nº. 221, 2009 , p. 38-45

productividad de cada uno de los procesos relacionados con el mantener activos. La administración eficiente de los activos de una empresa se ha constituido en una herramienta fundamental de gestión que impacta directamente tanto en la Efectividad Global del Equipamiento (OEE), como en el Retorno sobre los Activos Netos (RONA), mejorando los índices financieros de la empresa.

Un programa de administración de activos puede limitarse a una simple optimización del volumen de ítems en bodega, ó extenderse a otras acciones tales como:

- Seguimiento y localización de activos.
- Monitoreo de condiciones de la maquinaria.
- Análisis de rendimiento de máquinas y procesos.
- Diagnóstico a distancia de instrumentación y redes.
- Administración de cambios en la parametrización de equipos.
- Control documental.
- Visibilidad datos de mantenimiento al operador.
- Modelación de procesos y análisis estadístico para programas de mejoramiento continuo.
- Análisis y racionalización de inventarios de repuestos.
- Administración de garantías a los equipos por parte de los proveedores.

La administración de activos es una disciplina fundamental a la hora de optimizar los retornos de la inversión en infraestructura, maximizar la productividad del personal, mantener la disponibilidad de los servicios de negocio existentes y acelerar la implementación de nuevos servicios.

Adicionalmente, permite implementar mejores prácticas en la administración y asegurar el cumplimiento de los requerimientos regulatorios siempre en constante cambio.

La administración de Activos proporciona beneficios cuantificables y agregan valor a medida que se avanza desde la identificación y detección del inventario a la gestión básica de los activos hasta llegar a la gestión del ciclo de vida de los activos.

La administración de Activos incrementa el rendimiento de la inversión en todos los proyectos de tecnología mediante la mejora en el control de los activos, lo que incluye la eliminación de los procesos manuales de inventario, la redistribución del excedente de hardware y software, la reducción de costos y la mejora del rendimiento del capital.

3.11.1 Definición de Gerencia de Activos. Es la estrategia operacional que, combinando disciplinas, métodos, herramientas informáticas, procesos administrativos, así como recursos técnicos, económicos y humanos, permite

optimizar el impacto total en costos, el desempeño, y la exposición al riesgo durante el ciclo de vida del activo o del negocio, asociados a la Integridad, la Confiabilidad, la Disponibilidad, la Mantenibilidad, la Eficiencia y la Eficacia, asegurando el logro de las metas operacionales y cumpliendo las regulaciones Ambientales, de Salud Ocupacional y de Seguridad Industrial.

3.11.2 Definición de Integridad, Confiabilidad y el Riesgo Operacional. La integridad, la confiabilidad y el riesgo operacional son una parte integral del proceso de calidad y de la gerencia de activos, contribuyendo de manera esencial en la obtención de los objetivos del negocio. Se definen como los elementos de la administración de activos que permiten determinar las metas más probables de producción y en ese mismo sentido utilizarlos en busca de maximizar los resultados del negocio.

Dicho de otra forma, son las herramientas probabilísticas, administrativas y técnicas que permiten, a todo lo largo de la organización, tomar decisiones sobre la utilización de los activos productivos para obtener las metas propuestas a corto, mediano y largo plazo.

➤La Integridad se define como la capacidad de operar bajo condiciones claramente establecidas, sin riesgo de fallas catastróficas de los equipos y sistemas que ocasionan emanaciones o vertimientos al medio ambiente, pérdida de vidas o destrucción de los activos físicos.

➤La confiabilidad se define como la capacidad probada de los equipos, el proceso y las personas de una organización de producción para cumplir con las expectativas establecidas en las áreas claves de desempeño a unas condiciones dadas en un tiempo o intervalo dado.

➤El riesgo operacional se define como la combinación de probabilidades (frecuencia) de ocurrencia de un peligro definido, la magnitud de las consecuencias de la ocurrencia, y la capacidad de detección asociado a una falla o cualquier evento indeseado.

3.12 ORGANIZACIÓN, RESPONSABILIDAD, AUTORIDADES, Y RECURSOS EN LA GERENCIA DE ACTIVOS.

En la búsqueda de un desempeño clase mundo sostenible a un costo óptimo, se debe desarrollar y orientar el talento potencial de todos los miembros de la organización y se deben liderar los procesos administrativos y operacionales en todos los niveles para que el esfuerzo de cada uno se oriente en la misma dirección.

3.12.1 Organización. La estructura de la organización, los objetivos en cascada, los roles correspondientes, las responsabilidades y las autoridades, tienen que reflejar este reconocimiento. La estructura organizacional para la gestión de activos tiene las siguientes características:

- Líneas cortas de mando y de comunicación en el nivel operacional
- Soporte de especialistas de mantenimiento a las áreas de operaciones
- Planeación central para la optimización
- Un grupo de integridad y confiabilidad
- Un grupo de ingeniería para el diseño de los cambios de planta y soporte de ingeniería de especialistas

Responsabilidad La gerencia de activos puede resumirse como el cumplimiento a cabalidad de los procesos de diseño, operaciones, mantenimiento e inspección con el propósito de mantener o mejorar, el estado inherente de confiabilidad de todos los activos, y salvaguardar ó mejorar el estado inherente de su integridad.

Como estos procesos fluyen a través de las áreas de la organización, se necesita compartir las responsabilidades. Esto solo se puede lograr cuando los participantes entre las áreas trabajan como un equipo.

3.12.2 Empleados propios. La contratación, desarrollo y despliegue de los empleados propios se deberán guiar por los siguientes principios.

- La contratación debe basarse en perfiles documentados para los cargos.
- El número debe estar alineado con la planta de personal aprobada de la cual es objeto de revisión anualmente.
- La estructura organizacional es plana.
- Los objetivos individuales deben estar alineados en cascada con los objetivos del negocio, y documentados.
- Los roles y responsabilidades deben estar alineados con los objetivos y documentados.
- Las autorizaciones se deben desarrollar de acuerdo con los roles y las responsabilidades.
- Se desarrollan competencias acorde con los roles y las responsabilidades.
- La responsabilidad individual es documentada.
- Se revisa el desempeño individual regularmente y hay una recompensa basada en el desempeño.

3.12.3 Contratación de actividades con terceros. La contratación surge solamente cuando:

- Los recursos propios son inadecuados en cuanto a cantidad ó en cuanto a

- habilidades.
- Existe una ventaja de negocio al contratar afuera comparado con hacer la actividad con recursos propios.
 - La decisión de contratar una actividad se toma después de considerar los siguientes parámetros:
 - Importancia para el proceso global del negocio (Medular ó no medular)
 - Características claves del servicio (Ejemplo: Rutina, Habilidad intensiva, Riesgo intensivo)
 - Frecuencia del servicio (Ejemplo: Repetitivo, alto volumen de corto tiempo, fluctuante, etc.).
 - Carga sobre los recursos propios.
 - Alcance mejoramiento de costos.
 - Naturaleza del mercado de donde se obtiene el servicio.
 - El personal propio está dedicado a las actividades medulares del proceso de negocio (Ejemplo: Mantenimiento de alta tecnología del equipo instalado en los servicios vitales).
 - Se usa la contratación para las actividades no medulares, y para actividades rutinarias, pero pueden ser consideradas actividades medulares también si existe un beneficio para el negocio global, ejemplo: menores costos de los riesgos, disminuir cargas pico de corto tiempo, provisión de equipo especializado, equipos/ habilidades especializadas que no se requieren frecuentemente.

Para manejar los contratos y los asuntos relacionados con los mismos se cuenta con el administrador y el interventor, los cuales actúan como propietarios del sistema y son el punto focal de todo el sistema completo.

3.12.4 Materiales. A continuación se describen los lineamientos estratégicos para los elementos esenciales de la gestión de materiales; gestión de inventarios. Los lineamientos claves en la gestión de inventarios son:

- La gestión de inventarios se realiza a través del módulo de materiales del sistema de información del cliente.
- Prevalece la política para administración del catálogo, inventarios y bodegas de materiales para establecer el nivel de stock, la cantidad a reordenar (ROQ), el nivel de re-orden (ROL), lo cual está integrado con las recomendaciones de confiabilidad y los lineamientos de la Política de Abastecimiento de Bienes y Servicios.
- La rotación del inventario se maximiza cuando se estructuran adecuadamente indicadores de reposición y los programas de confiabilidad, logrando una apropiada planeación de las compras, de tal forma que se minimice el tiempo de retención del material en bodega.
- La opción de tener el stock a través de los proveedores se explorará y se establecerá identificando los acuerdos de precios y contratistas apropiados, así como en la dinámica y tendencias del mercado.

- Los componentes de alto valor por encima del valor especificado se consideran como repuestos de aseguramiento de la continuidad de la operación. No existe la facilidad para reordenarlos de manera automática.

3.12.5 Logística de almacenamiento. Esta sección provee los lineamientos para la preservación de los repuestos de equipos y los consumibles de mantenimiento dentro de las bodegas.

- Los bienes dentro de la bodega deben ser recibidos mediante un proceso de inspección realizado por el solicitante o por una entidad debidamente certificada.
- La gestión de la bodega seguirá los lineamientos de preservación dados por las áreas departamento de ingeniería y mantenimiento y por los fabricantes.
- La gestión de la bodega lleva a cabo entregas planeadas de repuestos y consumibles al taller central y talleres satélites de acuerdo al programa predeterminado.
- Los materiales excedentes se retornan a la bodega central, siempre y cuando tengan consumo a futuro y cumplan con las características de calidad requeridas
- La gestión de materiales y bodegas seguirá los lineamientos del área responsable en la empresa

3.12.6 Finanzas. El recurso financiero se maneja a través del presupuesto y control del costo. Esta sección provee los lineamientos para estas actividades.

3.12.7 Seguimiento a los Costos. Se hace seguimiento a los costos sobre una base continua para monitorear el desempeño del presupuesto y el plan de gerencia de activos asociado. El sobrante y el faltante de los presupuestos son buenos indicadores de las excepciones y variaciones del plan de gerencia de activos.

Seguirlos, da la oportunidad de poner el plan detrás de los resultados y metas trazadas. Los lineamientos para el seguimiento de los costos son:

- Hacer seguimiento a los costos basado en el presupuesto sobre una base mensual.
- Se usa como indicador de desempeño la desviación de los costos presupuestados vs. reales. El valor de la meta es +/-10%. Para el primer año y +/-5% en adelante.
- Se revisan las variaciones (Déficit ó sobrantes).
- Se investigan las razones de las variaciones. Una medida para prevenir la recurrencia es ponerlo en evidencia.
- Los presupuestos y las variaciones se comparan con los pares.
- Se planea el costeo del ciclo de vida y por inferencia para la planta de proceso y

para el equipo.

Finalmente, las responsabilidades organizacionales se orientan de acuerdo a los componentes de la confiabilidad operacional: confiabilidad en el diseño, confiabilidad en el proceso, confiabilidad de equipos, confiabilidad humana y confiabilidad de los datos y la información.

De igual manera, y teniendo como objetivo el aseguramiento de la confiabilidad a un costo óptimo sostenible, se discriminan las actividades a desarrollar desde las perspectivas de Proyectos, Operación, Responsabilidad Integral, y el Mantenimiento.

3.13 RESPONSABILIDADES EN EL MANTENIMIENTO

3.13.1 Orientación y Criterios

- La función mantenimiento debe asegurar las condiciones de preservación de los sistemas, instalaciones y equipos dentro de los requerimientos y exigencias del contexto operacional del proceso con el objetivo de asegurar la confiabilidad e integridad del proceso y de los productos.
- La función mantenimiento debe ser responsable por la planeación, programación, ejecución y control de las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo, por condición y mayor de los activos, así como del aseguramiento de los requerimientos para la ejecución de los proyectos de mejoramiento y modernización de instalaciones.
- La función mantenimiento es responsable del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo y por condición de los activos a cargo de la operación.
- En caso de desviaciones de las condiciones de operación o del cumplimiento de los programas de mantenimiento, mantenimiento debe sustentar técnico-económicamente los riesgos asumidos por dichas desviaciones, y soportar a operaciones para la toma de decisión respectiva.
- Todos los trabajos de mantenimiento deben tener una orden de trabajo, registrarse por los Procesos de Mantenimiento y ser tramitados en el Sistema de Información de Mantenimiento de acuerdo con los procedimientos establecidos.
- La justificación y valoración del riesgo de los trabajos de mantenimiento deben soportarse con una herramienta de Valoración de Riesgos.
- La tendencia del mejoramiento de cada proceso de mantenimiento será evaluada con base en los indicadores de gestión de mantenimiento.

3.13.2 Aspectos Generales de Carácter Técnico y Herramientas a Considerar Indicadores.

- Disponibilidad y Factor de Servicio, resultado de los planes de mantenimiento desarrollados

- Costos de Mantenimiento
- Índice de Frecuencia y Severidad de la Accidentalidad
- Confiabilidad (Tiempo Medio Entre Fallas, MTBF)
- Mantenibilidad (Tiempo Medio para Reparar, MTTR)
- Procedimientos de Análisis
- Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad e Inspección basada en Riesgo
- Monitoreo de condición, Ejecución de Inspecciones
- Análisis de Costos de Ciclo de Vida (Norma ISO 15663)
- Planeación, Programación y Ejecución del Mantenimiento
- Documentación de solicitudes de servicio por parte de operaciones y documentación de órdenes de trabajo por parte de mantenimiento.
- Análisis de Causa Raíz de Fallas
- Diagramas de Bloques de Confiabilidad (RBD) y Simulación (ISO 14224, OREDA)
- Análisis de Costos de Ciclo de Vida (Norma ISO 15663)
- Actividades a Desarrollar para Incorporar los Elementos de Gerencia de Activos en el Mantenimiento.

Tabla 2. Cuadro de Responsabilidades en Mantenimiento

	Aspectos asociados a la Confiabilidad e Integridad	Aspectos asociados a la Operación	Aspectos asociados al Mantenimiento	Aspectos Asociados al Costo de Ciclo de Vida
Direccionamiento e Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad	Desarrollo de Estrategias de Mantenimiento RCM / RBI Análisis del Desempeño de Indicadores Propios de la Confiabilidad Desarrollo de Análisis de Fallas y Aseguramiento de Implementación de Recomendaciones de Análisis de Fallas Análisis de Riesgo-Costo-Beneficio de alternativas y acciones de mejoramiento	Definición de Ventanas de Integridad	Desarrollo del Plan Quinquenal y Anual de Mantenimiento	Análisis detallado de los costos de mantenimiento Análisis detallado de los Costos de Operación Evaluación del costo de no-disponibilidad
Planeación y Programación del Mantenimiento	Participación en la estructuración de planes de mantenimiento, y optimización de planes de mantenimiento	Asegurar el cumplimiento a cabalidad de las actividades de mantenimiento menor, cuidado básico de equipos y rondas estructuradas por parte de operaciones	Desarrollo del Plan Quinquenal y Anual de Mantenimiento	Análisis detallado de los costos de mantenimiento

Ejecución del Mantenimiento Preventivo y Correctivo	Captura de Información de Fallas Ajuste de acciones de mantenimiento desarrolladas en el proceso de RCM / RBI	Seguimiento al Cumplimiento de las Ventanas Operacionales Análisis de las Condiciones de Operación	Análisis de condición de equipos Aseguramiento de las Actividades de Mantenimiento Rutinario Documentación y Registro de OTs	Análisis detallado de los costos de mantenimiento Análisis detallado de los Costos de Operación Evaluación del costo de no-disponibilidad
Verificación y Control del Mantenimiento	Análisis y Retroalimentación de los resultados de RCM, RBI, RCA	Análisis de las consecuencias de violación de ventanas operacionales y de integridad	Análisis de la información registrada en el Sistema de Información de Mantenimiento	Análisis detallado de los costos de mantenimiento Análisis detallado de los Costos de Operación

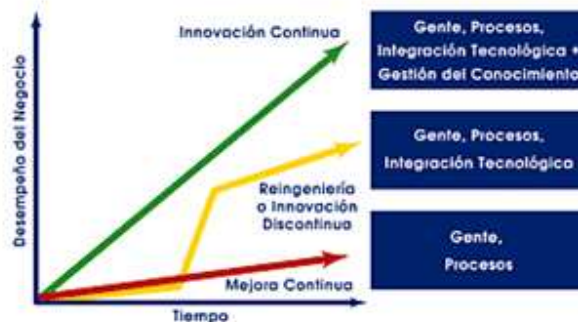
Fuente. Documento Ecopetrol

3.14 GESTION DEL CONOCIMIENTO²⁰

El conocimiento, un activo intangible de la organización, se ha identificado como un elemento clave de las organizaciones y la sociedad para lograr ventajas competitivas. Ante esta realidad, ha surgido un nuevo enfoque dentro de la gestión empresarial: la gestión del conocimiento.

Como una herramienta para representar de forma simplificada, resumida, simbólica, esquemática este fenómeno; delimitar alguna de sus dimensiones; permitir una visión aproximada; describir procesos y estructuras, orientar estrategias; aportar datos importantes; aparecieron los modelos de gestión del conocimiento.

Figura 9. Tendencia Gestión de Conocimiento



Fuente. Grupo Meta Consultores Gerenciales. Representante para Centroamérica de Tatum Global Consulting. Boletín Informativo 2008.

²⁰ Grupo Meta Consultores Gerenciales. Representante para Centroamérica de Tatum Global Consulting. Boletín Informativo 2008.

La Gestión de las organizaciones incorpora como factor estratégico de competitividad y eficiencia, la gestión del conocimiento empresarial. Sin embargo, dado que el conocimiento se origina en los individuos, para compartir e integrar este conocimiento a la capacidad organizacional es necesario diseñar e implantar un Sistema de Gestión de Conocimiento como proceso integrado a la Gestión de Capital Humano y los propios procesos de la empresa.

Ahora bien, la Gestión de Conocimiento no es la gestión de información indiscriminada y en consecuencia, podemos definirla como el conjunto de procesos que permiten que el Capital Intelectual (capital humano, capital organizacional y capital relacional) de una organización incremente de forma significativa sus capacidades de respuesta efectiva, con el objetivo de generar ventajas competitivas sostenibles en el tiempo.

Por otra parte, las empresas se constituyen básicamente en Procesos, Estructura y Relaciones, y son tan eficientes como lo son sus procesos. De allí que es necesario tomar conciencia sobre la ineficiencia de las organizaciones departamentales, los nichos de poder y su inercia excesiva ante los cambios, potenciando de esta forma el concepto de procesos, con un foco común, el cliente.

Las empresas necesitan planificar, desarrollar, poner en marcha y mantener un sistema que permita conseguir que tanto los conocimientos explícitos (documentados) como los conocimientos tácitos (del individuo) que existen en la empresa, se conviertan en conocimientos que puedan ser compartidos y retroalimentados por el colectivo, para facilitar la innovación continua y la creación de valor.

Un Sistema de Gestión de Conocimiento consiste en el diseño, desarrollo e implantación de la sistemática empresarial que garantiza el uso, desarrollo y mantenimiento de los activos intangibles (personas, procesos, tecnología de información, marcas y patentes, estructura y cultura, etc.) que soportan las capacidades competitivas medulares del Negocio.

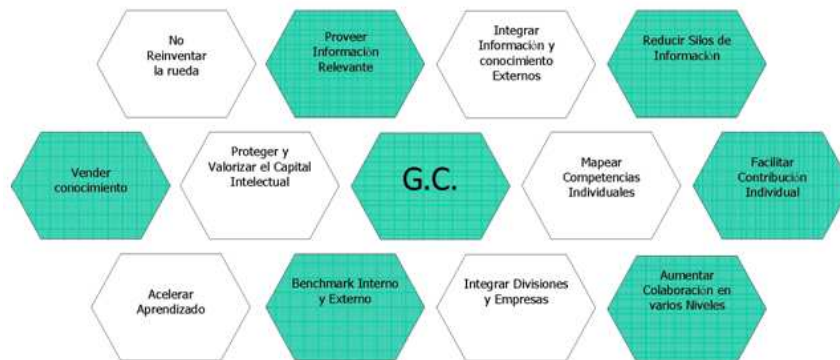
Un conjunto integrado de acciones que objetiva identificar, capturar, gerenciar y compartir todo el activo de informaciones de una organización, donde se genere el esfuerzo sistemático para crear, utilizar, retener y medir el conocimiento, basándose en un cuadro de referencias que incluye tecnologías y personas, comportamiento humano.

Una empresa basada en el conocimiento es una organización de aprendizaje que reconoce el conocimiento como un recurso estratégico y crea conocimiento que puede ser procesado internamente y utilizado externamente, aprovechando el potencial de su capital intelectual, donde el trabajador del conocimiento es el componente crítico, donde los principios fundamentales se mantienen en:

➤ El conocimiento tiene origen y reside en el conocimiento de las personas.

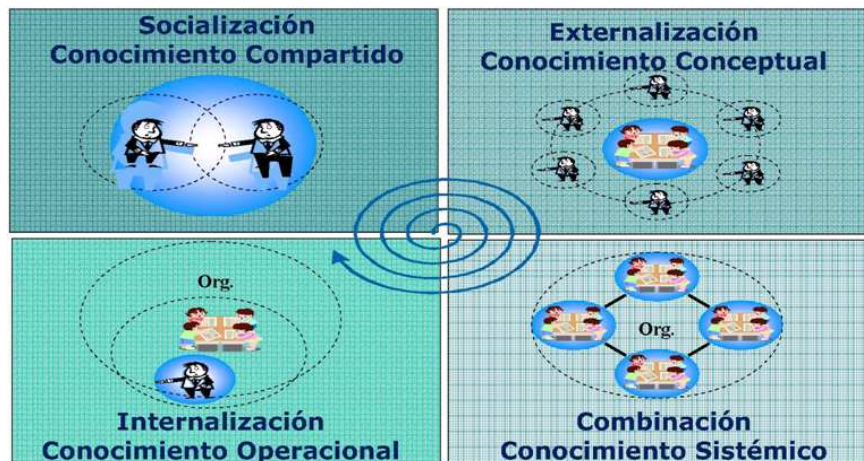
- Compartir el conocimiento exige confianza.
- La tecnología posibilita nuevos comportamientos asociados al conocimiento.
- Compartir el conocimiento debe ser estimulado y recompensado.
- Preservar el histórico de los equipos desde el inicio de la instalación, para su utilización por el mantenimiento y para uso futuro en el adiestramiento del personal de mantenimiento.

Tabla 3. Matriz de Gestión de Conocimiento



Fuente. 10º Congreso nacional de Mantenimiento. Buenos Aires, Argentina. Octubre 2008.

Figura 10. Matriz de Gestión de Conocimiento



Fuente. 10º Congreso nacional de Mantenimiento. Buenos Aires, Argentina. Octubre 2008.

Dentro de nuestro contexto se tiene en cuenta la gestión del conocimiento como parte importante dentro del aseguramiento de la confiabilidad humana, de datos y de información.

3.15 RESPONSABILIDADES EN LA GESTIÓN DEL PERSONAL Y DESEMPEÑO

3.15.1 Orientación y Criterios

- La organización debe asegurar el portafolio de competencias técnicas y administrativas para garantizar que la gestión de proyectos, operaciones, mantenimiento e información, se desarrolle de manera sostenible, con base en la matriz de competencias de mantenimiento y operaciones.
- Se debe desarrollar y actualizar una matriz de competencias de acuerdo con roles y responsabilidades requeridos por el proceso.
- Se debe asegurar la efectividad y pertinencia de los programas de formación, de acuerdo con los requerimientos y prioridades en cuanto a la formación de competencias.
- La disciplina de personal, la motivación, y el trabajo en equipo, así como la orientación hacia los resultados, son pilares fundamentales para asegurar la implementación de las mejores prácticas de diseño, el cumplimiento de las condiciones de operación y mantenimiento, orden y aseo de equipos e instalaciones, y razonabilidad económica de los esquemas de operación y mantenimiento, entre otros aspectos.
- La administración debe exigir la disciplina del equipo de trabajo que interactúa directa e indirectamente con plantas y equipos.
- La administración debe reconocer los resultados y avances del equipo de trabajo que interactúa directa e indirectamente con plantas y equipos, mediante planes de compensación variable, de acuerdo con resultados.
- Actividades a Desarrollar para Incorporar los Elementos de Gerencia de Activos en la Confiabilidad Humana.

Tabla 4. Cuadro de Responsabilidades Humanas

	Aspectos asociados a la Confiabilidad e Integridad	Aspectos asociados a la Operación	Aspectos asociados al Mantenimiento	Aspectos Asociados al Costo de Ciclo de Vida
Aseguramiento de competencias y gestión del desempeño Motivación e Incentivos	Formación para el Desarrollo de Análisis de Fallas y para el Aseguramiento de Implementación de las Herramientas de Confiabilidad Formación en Técnicas de Inspección Formación en Selección y Diseño de Equipos Formación en Mantenimiento e Inspección de Equipos	Formación para el Cumplimiento de las Ventanas Operacionales, Cuidado básico de equipos y Ventanas de Integridad	Formación para la Optimización de Programas de Mantenimiento y de Operaciones	Remuneración y Evaluación del Desempeño del Personal asociado a los requerimientos de los Resultados Operacionales

Fuente. Documento Ecopetrol

3.16 RESPONSABILIDADES EN EL ASEGURAMIENTO DEL CONOCIMIENTO

3.16.1 Orientación y Criterios

- La organización debe asegurar el buen uso de las herramientas informáticas, para el aseguramiento del conocimiento
- Los operadores y mantenedores son responsables por la debida documentación, registro y archivo de la información de operaciones y mantenimiento, la cual debe ser veraz, oportuna y detallada
- La información técnica de los equipos y sistemas, desde la etapa de proyectos, debe ser adecuadamente almacenada, y será responsabilidad de los dueños de los activos asegurar su preservación y actualización
- Actividades a Desarrollar para Incorporar los Elementos de Gerencia de Activos en el Aseguramiento del Conocimiento.

Tabla 5. Cuadro de Responsabilidades del Conocimiento

	Aspectos asociados a la Confiabilidad e Integridad	Aspectos asociados a la Operación	Aspectos asociados al Mantenimiento	Aspectos Asociados al Costo de Ciclo de Vida
Aseguramiento del Conocimiento	Consolidación de la Información de Diseño, Operación y Mantenimiento, desde las etapas iniciales de estructuración de Proyectos Documentación del Desarrollo de Análisis de Fallas y para el Aseguramiento de Implementación de Recomendaciones de Análisis de Fallas Documentación de Talleres de Lecciones Aprendidas Participación en las redes de trabajo, y aseguramiento de mejores prácticas.	Documentación, Registro y Evidencia de Análisis del Cumplimiento de Ventanas Operacionales Documentación de Talleres de Lecciones Aprendidas	Documentación para la Optimización de Programas de Mantenimiento y Operaciones Documentación de Talleres de Lecciones Aprendidas	Análisis detallado de los costos de mantenimiento Análisis detallado de los Costos de Operación

Fuente. Documento Ecopetrol

4. MODELO DE GERENCIAMIENTO OUTSOURCING

4.1 CONSIDERACIONES PARA LA TERCERIZACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.

El objetivo del presente modelo es sintetizar los aspectos más relevantes a considerar para el outsourcing de la ejecución del mantenimiento, argumentando los factores críticos a considerar para soportar la decisión.

Al margen de los criterios tradicionales que usualmente sustentan el outsourcing del mantenimiento (centralizarse en los procesos core, generación de alianzas con proveedores que conozcan la actividad a contratar, flexibilidad organizacional, preferencia de costos variables sobre costos fijos, entre otros), se exploran los elementos más críticos que deben tenerse en cuenta para asegurar los factores críticos de éxito.

Los factores que afectan la decisión del outsourcing para la ejecución del mantenimiento, relacionados con el costo directo versus contratado, el esquema del outsourcing, el aseguramiento del conocimiento y el riesgo relativo, deben ser adecuadamente gestionados para asegurar la efectividad de la decisión en términos económicos del mantenimiento.

El logro de los resultados, la adecuada gestión de los recursos, el rendimiento del personal y el control de costos, debe ser prioritario tanto para las actividades a desarrollar directamente como las contratadas.

4.1.1 Costos Directos y Rendimiento. En la siguiente tabla se resume un comparativo de costos laborales de personal directo con régimen especial y de personal contratista, en salarios por año.

Tabla 6. Comparativo de costos laborales

	Trabajador con retroactividad de cesantías	Trabajador sin retroactividad de cesantías	Personal contratista con AIU del 25%
Costo total	63	58	32

Fuente. Documento Grupo Central de Mantenimiento de Ecopetrol

De otra parte, otro factor que afecta el costo total es el rendimiento del personal. Un mayor rendimiento significa un mayor aprovechamiento del recurso, con lo que el costo que se transfiere al negocio por unidad de labor desarrollada es menor. Este factor a efectos comparativos no se tiene en cuenta, pero en algunas

actividades el rendimiento de personal contratista es evidentemente mayor que el personal directo.

4.1.2 Contratación de servicios versus contratación de recurso. Las necesidades de contratación de la empresas, en gran medida originadas por la salida de funcionarios directos sin reemplazo posterior, ha tenido como primera opción la contratación de personal, herramientas y recursos, con base en tarifas (cambiar lo uno por lo otro), y no necesariamente mediante contratos de servicios.

(“pagar por el producto”, y no por el recurso) o contratos globales (de valor fijo, basado en estimación de recursos, pero limitando la pretensión económica del contratista con base en la adecuada prestación del servicio, y con un adecuado manejo del riesgo).

Adicionalmente, en ocasiones los recursos se estiman bajo los rendimientos, herramientas, procedimientos y competencias del cliente como referente, y no como los de contratistas especializados que ejecutan el mantenimiento como su propio proceso core.

El efecto combinado de estos elementos es el desarrollo de esquemas de contratación en dónde se premia el esfuerzo (no el resultado, con lo que demoras, aplazamientos y problemas representan más dinero para el contratista y mayor costo directo y de lucro cesante para cliente), con más recursos de los necesitados (lo que genera mayor exposición al riesgo en cuanto a HSE, y adicionalmente genera sobrecostos).

Por otra parte, hay una mayor tendencia de contratantes y contratistas sobre esquemas de contratación de riesgo-recompensa, o de compensación basada en desempeño. Con ello se logra, limitar el recurso, orientar hacia los resultados la gestión del contratista, y con ello lograr beneficios económicos y operacionales para el cliente.

4.1.3 Aseguramiento del Conocimiento y Criticidad Relativa de las Actividades. En general en cualquier actividad contratada, el trabajo operativo contratado es desarrollado por la gente especializada de la nómina del contratista, y la compañía contratista ofrece su músculo organizacional y financiero, y la responsabilidad legal asociada a la actividad contratada, con una estructura que faculta el logro del alcance contractual.

Las relaciones contractuales de largo plazo, ofrecen la posibilidad de tener continuidad del recurso, capitalizar y asegurar procesos de mejoramiento, y de amortizar en mayor tiempo los activos y estructura organizacional del contratista.

De otra parte, y detallando la realidad operacional de las actividades contratadas, cuando se da un cambio de contratista, el grueso de las actividades operativas continúan en las mismas personas, básicamente porque se da una sustitución patronal, y lo que se ajustan son algunos procesos administrativos y orientaciones del contratista. La situación planteada no es ajena a la realidad del mantenimiento, y se ha evidenciado en la misma experiencia del cliente, y de otras compañías del sector energético.

El aseguramiento del conocimiento operativo está influenciado por factores sociológicos y económicos (migración del personal, condiciones del mercado laboral), así como por los procesos que aseguran el almacenamiento adecuado del conocimiento de la organización (sistemas de información, lecciones aprendidas, análisis de fallas, entre otros). Relaciones de largo plazo, pero principalmente procesos robustos y exigencia permanente en el aseguramiento de la documentación y de la información técnica son claves para el aseguramiento del conocimiento.

De otra parte, la criticidad relativa de las actividades permite sustentar el caso de adelantar actividades directamente. En general dentro del sector industrial, en la definición de criticidad no hay consenso, y depende del proceso productivo.

En empresas del sector energético se tienen experiencias de contratación intensiva, a excepción de la facturación, que es la caja del negocio, hasta modelos mixtos en donde actividades operacionales o de mantenimiento se desarrollan tanto de forma directa como contratada para asegurar los beneficios de esta competencia.

Hay ejemplos de actividades de alto impacto y de alta criticidad que se desarrollan de forma contratada (reacondicionamiento de pozos, por ejemplo, con menores costos, mayores rendimientos, y actualización permanente de estándares).

Dependiendo de cómo se gestionen los recursos, se pueden tener problemas asociados al logro de objetivos, rendimiento del personal, costos totales, y costos consecuenciales. Esto es válido tanto para recurso directo como contratado.

4.1.4 Definición Del Alcance De Contratación. La contratación de las actividades de operación y/o mantenimiento debe responder a la aplicación de las estrategias de Abastecimiento, a lineamientos de estandarización y homologación, basadas en la valoración de los riesgos y de la rentabilidad para el negocio, para asegurar los objetivos y metas acordadas de HSE, disponibilidad, confiabilidad operacional y costos operacionales.

Las estrategias de contratación deben estar enmarcadas dentro de la razonabilidad económica, y teniendo en cuenta el contexto particular de cada una de las áreas operativas. Se preferirá la contratación de esquemas integrados de operación y/o mantenimiento (gerencia de activos) y/o de contratos basados en

resultados con enfoque basado en desempeño o riesgo recompensa, en donde aplique, con base en criterios técnicos, económicos y de riesgo.

En esquemas integrados de operación y mantenimiento, la operación se refiere a la operación de sistemas de soporte (generación eléctrica, inyección de agua, por ejemplo), o integral de campos de producción, siempre y cuando criterios de orden técnico, económico y de rentabilidad indiquen su favorabilidad.

4.2 ALCANCE DE LA CONTRATACIÓN EN MANTENIMIENTO

La función mantenimiento tiene, entre otros, los siguientes tipos de actividades o macroprocesos:

4.2.1 Direccionamiento Estratégico y Operacional. El Proceso de Direccionamiento Estratégico y Operacional del Mantenimiento es una función primordial e indelegable de las áreas de mantenimiento y, por tanto, esta debe ser desarrollada de manera directa. Los procesos de planeación de largo plazo, la gestión de inventarios de mantenimiento, y la validación de iniciativas de inversión están considerados dentro de esta actividad.

4.2.2 Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad. El Proceso de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad es medular dentro de la gestión del mantenimiento y la confiabilidad operacional y, por tanto, este debe ser direccionado, ejecutado y asegurado por parte del cliente.

Las actividades de soporte pueden desarrollarse de forma contratada, validada y direccionada por el cliente, soportando el desarrollo de estudios específicos.

Tabla 7. Proceso de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad

	Direccionamiento (Def. de Criterios / Aprobación)	Ejecución y Desarrollo	Implementación y Aseguramiento de Resultados
RCA	Cliente	Cliente	Cliente
RCM	Cliente	Cliente	Cliente
RBI	Cliente	Cliente	Cliente
IPF	Cliente	Cliente	Cliente
Estructuración de Iniciativas de Inversión en Mantenimiento	Cliente	Cliente	Cliente
Monitoreo por Condición	Cliente	Contratista	Cliente

Fuente. Los Autores

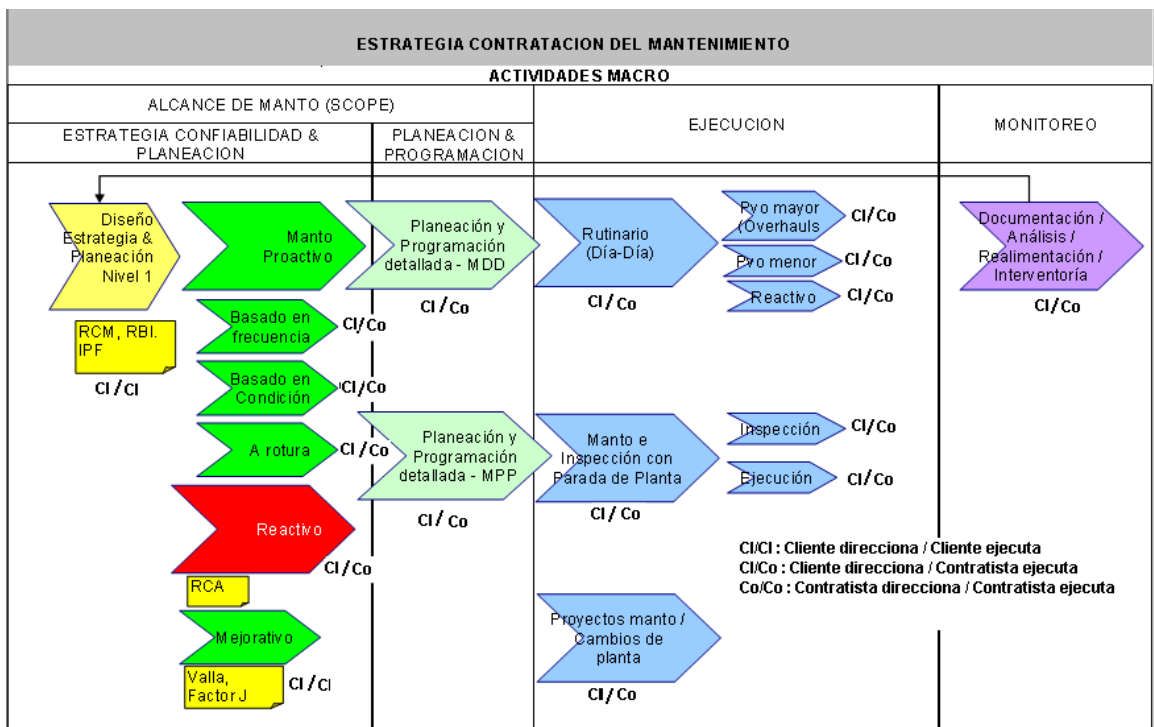
4.2.3 Planeación, Programación y Ejecución de Mantenimiento. El direccionamiento, validación y aseguramiento de la Planeación, de la Programación y de la Ejecución del Mantenimiento Día a Día y con Parada de

Planta serán desarrolladas directamente por el cliente, las actividades rutinarias y de soporte de la Planeación y de la Programación, serán por el contratista.

La Ejecución, tanto de mantenimiento preventivo, por condición y correctivo, y para equipos críticos, esenciales y de soporte, deberá ser desarrollada de manera contratada; Mientras se tengan las competencias en el personal propio de cliente, las actividades de Planeación, Programación y Ejecución se desarrollarán de manera directa, siendo necesario generar planes de transición para cumplir los anteriores lineamientos, fundamentados en criterios de economía, rentabilidad y de costos.

4.2.4 Monitoreo y Control. El monitoreo y control de los aspectos de gestión y operacionales de mantenimiento serán ejecutados de manera directa (indicadores de gestión, interventoría técnica, auditorías), aunque se pueden soportar en contratos para tal efecto, debidamente direccionados por el cliente.

Tabla 8. Estrategia de contratación de mantenimiento



Fuente. Grupo Central de Mantenimiento Ecopetrol S.A.

4.2.5 Descripción de los Contratos de Soporte a los Procesos Productivos en los Procesos de Producción de Petróleo. Los diferentes esquemas de operación y mantenimiento que dependiendo de la complejidad de las instalaciones, continuidad de la operación (por ejemplo, extensión de los contratos

de asociación o de asignación de áreas), entre otros factores, orientan el contar con recurso propio o recurso contratado para el desarrollo de los contratos de operación y mantenimiento. A su vez, existen diferentes tipologías de contratos de operación y mantenimiento.

En general, es posible afirmar que hay diferentes modelos o tipos contractuales que se aplican a la industria del petróleo, como punto de referencia, un primer modelo es en donde los activos objeto de mantenimiento son del Cliente, los cuales son operados igualmente por el Contratista. El alcance del contratista es precisamente el de mantener los activos bajo las órdenes del cliente; Otro modelo es en donde los activos son del cliente, los cuales son operados y mantenidos por el contratista.

Finalmente, existe un modelo en donde los activos son del contratista, y el mantenimiento y la operación son ejecutados integralmente por el contratista. A continuación se realiza una descripción general de cada uno de ellos.

Tabla 9. Tipos de Contrato de soporte

Tipo			Descripción Sintética
I	Alcance del contratante	Opera	Los activos y la operación corren por cuenta del cliente, la cual es autónoma en cuanto la gestión, el seguimiento y ajuste de la gestión, orientando la prestación del servicio por parte del contratista. Los conflictos que aparecen se originan en el incumplimiento de los Acuerdos de Nivel de Servicio, en la necesidad de cliente de incorporar más actividades, o en los resultados del mantenimiento. Por otra parte, estos contratos han ido evolucionando desde un punto en donde el alcance estaba limitado al esfuerzo, es decir a la actividad, y se han orientado hacia el resultado, es decir hacia la consecución de resultados más globales (claves del negocio) y menos locales (propios de mantenimiento). Los contratos típicos son de máximo 3 años.
	Alcance del contratista	Mantiene	
	Tipo de Organización	Contrato	
	Propiedad de los Activos	Contratante	
II	Alcance del contratante		El mantenimiento y la operación corren por cuenta del Contratista, el cual es autónomo en cuanto la gestión, el seguimiento y ajuste de la gestión, orientando la prestación del servicio por parte del contratista; sin embargo no toma decisiones sobre los activos, los cuales son del cliente. Los conflictos que aparecen se originan en el incumplimiento de los Acuerdos de Nivel de Servicio, en la necesidad del cliente de incorporar más activos, o en los resultados de la operación y del mantenimiento. Por otra parte, estos contratos han ido evolucionando desde un punto en donde el alcance estaba limitado al esfuerzo,
	Alcance del contratista	Opera & Mantiene	
	Tipo de Organización	Híbrido	

	Propiedad de los Activos	Contratante	es decir a la actividad, y se han orientado hacia el resultado, es decir hacia la consecución de resultados más globales (claves del negocio) y menos locales (propios de las operaciones y del mantenimiento). Los contratos típicos son de máximo 3 años.
III	Alcance del contratante		El mantenimiento y la operación corren por cuenta del Contratista, el cual es autónomo en cuanto la gestión, el seguimiento y ajuste de la gestión, orientando la prestación del servicio por parte del contratista; tomando decisiones sobre los activos, los cuales son del Contratante. Los conflictos que aparecen se originan en el incumplimiento de los Acuerdos de Nivel de Servicio. La facturación está soportada en el pago del servicio por unidad (barriles inyectados, o costos de energía), siendo responsabilidad del contratista hacer rentable su propia operación. Los contratos típicos son de por lo menos 10 años.
	Alcance del contratista	Opera & Mantiene	
	Tipo de Organización	Híbrido	
	Propiedad de los Activos	Contratante	

Fuente. Ecopetrol S.A.

4.2.6 Análisis de los Diferentes Tipos Contractuales. En general, los aspectos que se tratan a continuación permiten un mejor diseño de los modelos contractuales. Precisamente por su impacto positivo o negativo en la estructuración y ejecución de los contratos, requieren ser considerados y precisados en términos colaborativos. En ese orden de ideas, existen varios modelos de alianzas contractuales, que sintetiza como ambientes colaborativos de trabajo, en donde los actores se comprometen con la consecución de resultados comunes.

Incentivos. En los contratos que son exclusivamente de mantenimiento, se puede inferir el hecho de que existan incentivos perversos si no son diseñados adecuadamente. Por ejemplo, el contratista puede estar interesado en un mayor nivel de actividad, para obtener un mayor ingreso o beneficio, con un mayor costo para el contratante.

Este es el caso del mantenimiento correctivo, que demanda una mayor cantidad de recursos, beneficiando al contratista, pero perjudicando tanto los costos como el estado de los activos del contratante. Así mismo, se pueden dar incentivos perversos del lado del contratante, por ejemplo demandando una mayor actividad, en perjuicio de la rentabilidad o costos del contratista.

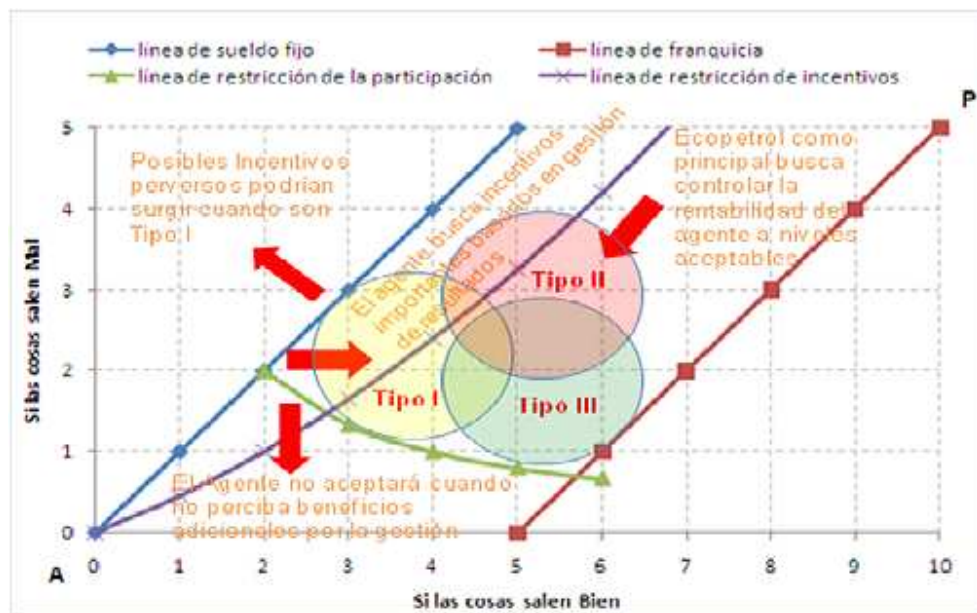
Estos incentivos son moderados en los otros esquemas de contratación, pero debe observarse que cada modelo tiene sus propios incentivos y sus propias dificultades en cuanto al modelo contractual.

Debido a que los incentivos en los contratos de operación y mantenimiento con propiedad del contratista están soportados en que con un mayor nivel de producto se obtiene un mayor nivel de ingreso, aparentemente se tendría un modelo más

racional. No obstante lo anterior, si el contrato es de tarifa fija, el contratista puede actuar oportunamente disminuyendo la calidad y el costo de los insumos del servicio para incrementar su rentabilidad.

Es importante anotar el impacto positivo que en principio tienen los contratos de operación y mantenimiento cuando la propiedad es del contratista, dado que se simplifican los aspectos operativos, permitiendo una mejor orientación en el caso de que el contrato sea incompleto. Esto implica que los incentivos en este caso están altamente condicionados por la tenencia o no de los activos por parte de alguno de los actores. En la Figura 11 se muestra la ubicación de cada uno de los modelos contractuales en el Diagrama o Caja de Edgeworth.

Figura 11. Diagrama de Edgeworth para los diferentes esquemas contractuales considerados



Fuente. Ecopetrol S.A.

4.2.7 Hold Up. En los contratos que son de operación y mantenimiento, con propiedad del contratista, se pueden inferir el hecho de que existan condiciones de hold-up (retención o efectos de dependencia) por parte del contratista hacia el contratante. Esto se debe a que hay una mayor dependencia del contratante; por ejemplo, el contratista puede modificar las condiciones del servicio si hay deficiencias en el alcance contractual, para obtener un mayor ingreso o beneficio, con un mayor costo para el Contratante.

Este sería el caso de los contratos en donde no hay techo para la tarifa percibida por parte del contratista, que demanda una mayor cantidad de recursos,

beneficiando al contratista, pero perjudicando tanto los costos como el estado de los activos del contratante.

Un punto importante son los derechos residuales, que pueden hacer que el propietario de los activos modifique a su conveniencia los objetivos contractuales, por ejemplo modificando las rutinas de mantenimiento, en detrimento de la contraparte (ingresos del contratista o prestación del servicio para el contratante).

En general, este tipo de contratación se asemeja más a la Contratación Neoclásica, ya que podemos identificar que existe una relación contractual que preserva la negociación pero que provee un factor de gobierno o control adicional. Por otra parte, pueden ser contratos de largo plazo que en cierta forma son ejecutados en condiciones de incertidumbre, basados en transacciones a veces ocasionales y en algunos casos no estandarizadas.

4.2.8 Garantías y Renegociaciones. En general, las garantías y renegociaciones son más consecuencia de las deficiencias en cuanto a la definición del contrato que al alcance del mismo. Es decir, no es factible precisar si el tener la propiedad de los activos propicia más o menos un escenario de renegociaciones. De hecho, de acuerdo con la teoría de Williamson (1979), se distinguen y consideran los costos de transacción “ex ante” (se incurre al preparar y negociar los acuerdos) y “ex post” (varían con el diseño del bien o servicio que se va a producir).

Los costos ex post cubren los relacionados con la instalación y operación de la estructura, además de los costos originados por los ajustes o por la falta de ellos, y los costos de aseguramiento de los compromisos pactados. Los costos “ex ante” entonces se relacionan con la redacción, negociación y el acuerdo, mientras que los “ex post” incluyen costos de administración por diferencias legales y costos de aseguramiento de compromisos.

Si los costos de transacción fueran nulos, sería eficiente el intercambio de derechos de propiedad, independiente de la decisión legal como lo afirma el teorema de Coase, pero ello no se cumple cuando entran en juego los costos de transacción, que hacen que la negociación resulta costosa, por lo cual el marco institucional determinará la eficiencia de los contratos.

Esto tiene como implicación para los contratos objeto de análisis, el hecho de que la propiedad de los activos orienta los derechos residuales, aspecto que es muy sensible en estos contratos ante la imposibilidad de considerar todas las contingencias en estos contratos.

4.2.9 Asimetrías de Información. En los contratos que son exclusivamente de mantenimiento, podría existir un mayor nivel de asimetría de información por parte del contratante. Por ejemplo, el contratista podría no conocer las proyecciones del negocio, apostándole de hecho a crecer en sus operaciones para tener un mayor

ingreso, pero las condiciones operativas del contratante podrían significar en realidad la contracción del negocio, generando pérdidas o la quiebra del contratista.

Sin embargo, como la información puede conservarse a modo de estrategia, las disparidades de conocimiento inicial entre las partes difícilmente pueden no ser superadas, haciendo que la asimetría de la información inicial persista. Es más, podrían surgir nuevas asimetrías debido a la suma de la racionalidad limitada y del oportunismo.

4.2.10 Interferencia. En los contratos que son exclusivamente de mantenimiento, podría existir un mayor nivel de interferencia por parte del contratante. Por ejemplo, el contratista puede estar interesado en modificar aspectos operativos del contrato, para obtener un mayor ingreso o beneficio, pero el contratante podría interferir en esta intención. Este es el caso de la selección de herramientas o personal, que podrían generar diferencias entre las partes.

Así mismo, se puede dar interferencia del lado del contratante, por ejemplo imponiendo sistemas de gestión que no son los propios del contratista. Esta interferencia es moderada en los otros esquemas de contratación, pero debe observarse que cada modelo tiene sus propias limitaciones.

El contratista estará motivado a reducir costos operativos también, siempre y cuando exista una complementariedad entre el recurso crítico y las actividades que él desarrolla, es decir, cuando sus intereses se alinean con los intereses de la empresa para desarrollar eficientemente dicho recurso.

El problema es complejo, debido a que lo que para una parte es eficiente, es probable que para la otra no lo sea y por ello los administradores de ambas partes, conscientes de esta situación toman decisiones para favorecer la situación que le de ventaja sobre la otra parte.

4.2.11 Consideraciones para la Estrategia de Contratación. Para la gestión del nuevo esquema de contratación, se deben desarrollar competencias de administración e interventoría en el personal propio, y revisar las estructuras para asegurar que las actividades estratégicas y de direccionamiento están debidamente soportadas.

A través de las opciones de contratación del mantenimiento se buscará la estandarización de procedimientos de trabajo y de partes de repuesto, la intercambiabilidad de equipos y partes, la optimización de los inventarios y de los costos, haciendo uso del listado de marcas aceptadas desarrollado por el cliente y sin que esto afecte la confiabilidad de los equipos.

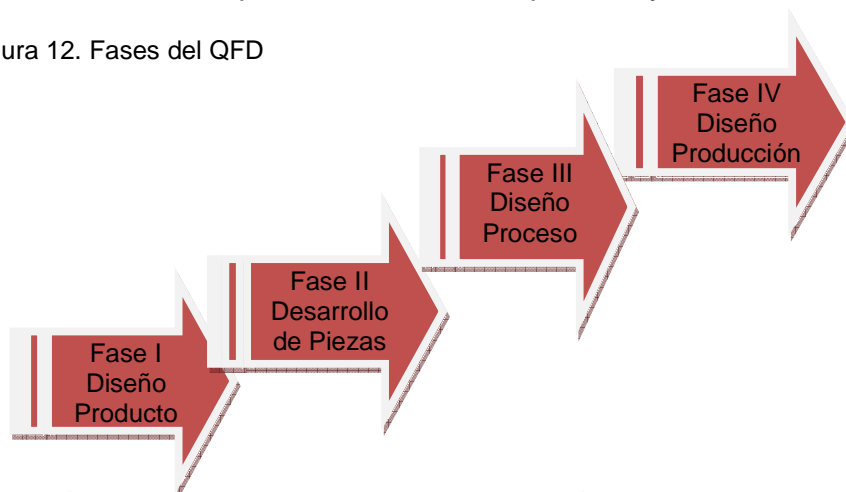
4.3 ANALISIS QFD²¹

El fundamento básico del QFD (Quality Function Deployment) es una práctica para diseñar procesos en respuesta a las necesidades del cliente. Le permite a una organización priorizar las necesidades de los clientes; encontrar respuestas innovativas a esas necesidades y mejorar el proceso hasta una efectividad máxima.

QFD es una práctica que conduce a mejoras del proceso que le permiten a una organización sobrepasar las expectativas del cliente; en otras palabras QFD es una metodología que provee los medios para un diseño interfuncional de un producto.

Las cuatro fases del desarrollo fundamental del QFD son; El diseño del producto El desarrollo de las piezas, el diseño del proceso y el diseño de la producción.

Figura 12. Fases del QFD



Fuente. Seminario III, Desarrollo de Investigación, UIS. 2008

Ventajas del Uso del QFD

- La metodología.
- Variedad de datos
- Trabajo en equipo
- Cuantificación de los datos
- Perfeccionamiento y reducción de errores iniciales

Como ejemplo de la aplicación del QFD, lo tomamos para la aplicación de nuestra monografía, donde aplicamos la matriz de relacionamiento. El cual se tuvieron en cuenta diferentes datos y valores correspondientes a nuestro proyecto, como se muestra en las siguientes tablas de datos, de QFD y de desarrollo del QFD.²²

²¹ USELAC, Stephen. Zen Leadership: The Human Side of total Quality Team Management. Londonville, OH. 1993

²² GONZALEZ JAIMES, Isnardo. Aplicación de Metodología QFD al Desarrollo de la Investigación. Bucaramanga: UIS, 2008. P. 27

Tabla 10. Cuadro de Datos Iniciales de QFD

GERENCIA DEL MANTENIMIENTO OUTSOURCING EN LA INDUSTRIA PETROLERA														
	NOMBRE	PRORIDAD	Acuerdo de Niveles de Servicio	Manuales	Sistemas de Informacion	Definicion Indicadores	Terminos Contratación	Formas de Pago	Estabilidad de Personal	Experiencia de empresa en el Sector	Definicion de codificacion de Manuales	Estudio Mercado	Responsabilidad	Toma de Decisiones
1	Disponibilidad de Equipos	9	9	3	3	3	9	1	9	9	3	3	3	1
2	Tiempo de respuesta	8	9	1	3	3	1	1	9	1	0	0	3	3
3	Seguridad Industrial	7	9	9	1	3	3	0	3	3	0	0	9	3
4	Medio Ambiente	6	9	9	1	3	3	0	3	3	0	0	9	3
5	Calidad de Servicio	5	3	9	3	3	0	0	9	9	1	3	3	0
6	Proactividad	4	0	0	9	1	1	0	9	9	1	0	3	3
7	Capacidad Operativa	3	9	9	9	1	3	0	3	3	0	3	1	0
8	Garantias	2	0	0	1	1	9	9	0	0	0	0	1	0
9	Costo	1	1	0	9	0	9	9	3	3	0	1	0	0

Fuente. Libro Seminario III. UIS 2008. P. 33

Tabla 11. Cuadro de Datos Calculados QFD

GERENCIA DEL MANTENIMIENTO OUTSOURCING EN LA INDUSTRIA PETROLERA														
	NOMBRE	PRORIDAD	Acuerdo de Niveles de Servicio	Manuales	Sistemas de Informacion	Definicion Indicadores	Terminos Contratación	Formas de Pago	Estabilidad de Personal	Experiencia de empresa en el Sector	Definicion de codificacion de Manuales	Estudio Mercado	Responsabilidad	Toma de Decisiones
1	Disponibilidad de Equipos	9	81	27	27	27	81	9	81	81	27	27	27	9
2	Tiempo de respuesta	8	81	9	27	27	9	9	81	9	0	0	27	27
3	Seguridad Industrial	7	81	81	9	27	27	0	27	27	0	0	81	27
4	Medio Ambiente	6	81	81	9	27	27	0	27	27	0	0	81	27
5	Calidad de Servicio	5	27	81	27	27	0	0	81	81	9	27	27	0
6	Proactividad	4	0	0	81	9	9	0	81	81	9	0	27	27
7	Capacidad Operativa	3	81	81	81	9	27	0	27	27	0	27	9	0
8	Garantias	2	0	0	9	9	81	81	0	0	0	0	9	0
9	Costo	1	9	0	81	0	81	81	27	27	0	9	0	0
	TOTALES		441	360	351	162	342	180	432	360	45	90	288	117
	IMPORTANCIA		13,92%	11,36%	11,08%	5,11%	10,80%	5,68%	13,64%	11,36%	1,42%	2,84%	9,09%	3,69%
	PESO RELATIVO		15,61%	12,74%	12,42%	5,73%	12,10%	6,37%	15,29%	12,74%	1,59%	3,18%	10,19%	4,14%

Fuente. Los Autores

Tabla 12. Cuadro de Resultados QFD

Acuerdo de Niveles de Servicio					
19,3%		19,3%			
Confiabilidad Operativa		Tiempos de Respuesta			
70%	13,5%	30%	5,8%		
Disponibilidad de Equipos		Tiempo de Desplazamiento			
30%	4,1%	23%	1,3%		
Confiabilidad de Equipos		Tiempo de Reparación			
40%	5,4%	23%	1,3%		
Confiabilidad de Personal		Stock de Repuestos			
30%	4,1%	30%	1,7%		
Experiencia					
15,7%		15,7%			
Tiempo de Experiencia		Referencia Empresariales		Valores Contratados	
30%	4,7%	35%	5,5%	35%	5,5%
Desde de Fecha de		Contratos Totales		Contratos Totales	
30%	1,4%	30%	1,7%	30%	1,7%
Tiempo Especifico		Contratos Especificos		Contratos Especificos	
70%	3,3%	70%	3,9%	70%	3,9%
Estabilidad de Personal					
18,9%		18,9%			
Condiciones Contractuales		Clima Laboral			
60%	11,3%	40%	7,6%		
Salario		Desarrollo de Carrera			
50%	5,7%	40%	3,0%		
Beneficios Extralegales		Capacitación			
25%	2,8%	40%	3,0%		
Seguridad Social		Relaciones Personales			
25%	2,8%	20%	1,5%		
Sistemas de					
15,4%		15,4%			
Alcance		Soporte			
70%	10,7%	30%	4,6%		
Integración con Otras		Soporte Funcional			
30%	3,2%	60%	2,8%		
Alcance dentro de		Investigación y Desarrollo			
50%	5,4%	40%	1,8%		
Reportes Generados					
20%	2,1%				

Tabla 13. Cuadro de Resultados QFD

Manuales	
15,7%	15,7%
Manuales de Procedimiento	Manuales Técnicos
50,0%	8%
50,0%	7,9%
Roles y Responsabilidades	Manuales de Equipo
33,0%	3%
33,0%	2,8%
Manual de Funciones	Instructivos
33,0%	3%
33,0%	2,4%
Manual de proceso	Registros
34,0%	3%
35,0%	2,8%
Terminos	
15,0%	15,0%
Especificaciones	Aspectos Legales
65%	9,7%
35%	5,2%
Alcance	Polizas y Seguros
50%	4,9%
25%	1,3%
Fórmulas de Reajuste	Resolución de conflictos
25%	2,4%
25%	1,3%
Vigencia	Multas y Sanciones
25%	2,4%
25%	1,3%
	Confidencialidad
	25%
	1,3%

Fuente. Los Autores

Como resultados concluyentes del análisis QFD se obtiene que en orden de importancia, desde el punto de vista del contratante, es muy importante contar con un acuerdo de nivel de servicio entre las partes, lo que da herramientas tanto al Contratante para exigir su cumplimiento, como al Contratista para tener claro los límites que indiquen el nivel de cumplimiento acordado.

En orden de importancia, el aspecto de estabilidad del personal, relacionado con el riesgo de la continuidad en el nivel del servicio por el cambio de contratista o sobre un mismo periodo contractual, el cambio de personal que presta el servicio en constante búsqueda de mejores condiciones laborales, hace que para el contratante sea de relevante interés para la continuidad de sus proyecciones, plan estratégico y metas.

Los aspectos como manuales y experiencia de la empresa, están directamente relacionados con el aseguramiento del conocimiento tanto del Contratante como del contratista, la propiedad del mismo da a la parte que lo posee poder de negociación y en una situación extrema dependencia.

Algunos aspectos que parecieran no tener relevancia según los resultados del análisis, como son: Definición de indicadores, toma de decisiones, estudio de mercado, responsabilidad, formas de pago, entre otros, realmente son parte integral o implícito en otros como los acuerdo de nivel de servicio, términos de contratación.

En general, el análisis valida los aspectos que se deben tener en cuenta para asegurar los objetivos estratégicos en un modelo de gerenciamiento de mantenimiento outsourcing.

4.4 CICLO PHVA

El ciclo; Planear, Hacer, Verificar y Ajustar o Actuar (P.H.V.A), es una herramienta gerencial que permite el abordaje integral de una situación específica y la implementación de proceso de mejoramiento continuo. Permite identificar la situación y definirla concretamente, determinando el grado de importancia de la misma, caracterizando el problema teniendo en cuenta diferentes puntos de vista. Además, permite buscar las causas que conducen al efecto indeseado; donde posteriormente se elabora un plan de acción, con el fin de bloquear las causas y solucionar el problema.²³

El mantenimiento y la mejora continua de la capacidad del proceso puede lograrse aplicando el concepto de PHVA en todos los niveles dentro de la organización, esto aplica por igual a los procesos estratégicos de alto nivel, tales como la planificación de los Sistemas de Gestión de la Calidad o la revisión por la dirección, y a las actividades operacionales simples llevadas a cabo como una parte de los procesos de realización del producto.

La utilización continua del PHVA nos brinda una solución que realmente nos permite mantener la competitividad de nuestros productos y servicios, mejorar la calidad, reduce los costos, mejora la productividad, reduce los precios, aumenta la participación de mercado, supervivencia de la empresa, provee nuevos puestos de trabajo, aumenta la rentabilidad de la empresa.

²³ GONZALEZ JAIMES, Isnardo. Aplicación de Metodología QFD al Desarrollo de la Investigación. Bucaramanga: UIS, 2008. P. 2

Figura 13. Estructura del Ciclo PHVA

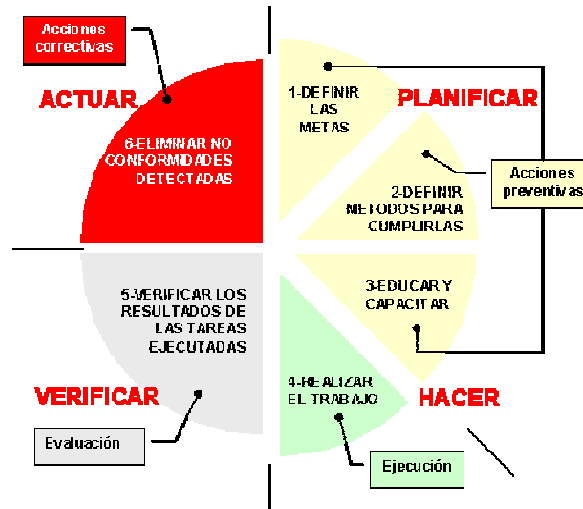


Tabla 14. Cuadro de Seguimiento PHVA

PLANEAR	HACER	VERIFICAR	ACTUAR
Identificar servicios. Identificar clientes. Identificar requerimientos de los clientes. Trasladar los requerimientos del cliente a especificaciones. Identificar los pasos claves del proceso (diagrama de flujo). Identificar y seleccionar los parámetros de medición. Determinar la capacidad del proceso. Identificar con quien compararse (Benchmarks)	Implementación de los procesos. Identificar oportunidades de mejora. Desarrollo del plan piloto. Implementación de las mejoras.	Realizar el seguimiento y medir los procesos y los productos contra las políticas, los objetivos y los requisitos del producto e informar sobre los resultados. Evaluar la efectividad.	Tomar acciones para mejorar continuamente el desarrollo de los procesos.

Fuente. Los autores

Las auditorías al modelo de Gerencia de los Activos hacen parte fundamental del ciclo de PHVA que se desarrollan con el objetivo de proveer a los gerentes de línea una fotografía de que tan efectivamente el sistema de gerencia de activos está controlando el riesgo. La auditoría identifica los defectos y las acciones para remediarlos.

Las recomendaciones de la auditoria se revisan y se califican contra una matriz de riesgos apropiada, una escala de beneficios en costos, y se asignan acciones claras y realistas con fechas y responsables. La salida de una auditoria es una entrada para el proceso de control, corrección y mejoramiento.

Se tiene un sistema de registro y seguimiento de las recomendaciones de las auditorias, el cual es manejado por los gerentes de calidad. El cumplimiento exitoso de las recomendaciones de la auditoria se ve como un indicador clave de desempeño del área de negocio.

El representante de la gerencia persigue activamente la implementación de las recomendaciones y asegura que se identifiquen los beneficios a lo largo de todos los niveles de la organización, con el fin de dar el cumplimiento al ciclo de PHVA.

4.5 MODELO DE GESTIÓN

A continuación veremos la aplicación del modelo en la práctica, estructurado para la continuidad del negocio, coherente con plan estratégico para el manejo de sus activos productivos, cubriendo todos los aspectos, como:

- Perfil del servicio.
- Calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente.
- Planeación y programación del mantenimiento.
- Análisis de fallas.
- Ejecución del mantenimiento.
- Control y optimización.
- Reducción de costos.
- Responsabilidades del contratista.
- Indicadores de resultado.
- Estrategia

4.5.1 Perfil del Servicio de Mantenimiento. El contratista deberá ejecutar los servicios de mantenimiento de acuerdo con las especificaciones técnicas, instructivos de trabajo, procedimientos y recomendaciones indicados por la Gestoría del Contrato, cumpliendo las normas legales, ambientales y laborales con sus propios medios, materiales, equipos y personal.

No obstante lo anterior, el contratista está obligado a realizar recomendaciones y desarrollarlas y a proponer actividades tendientes a mejorar la gestión de mantenimiento, la optimización operacional y la gestión económica de los activos, haciendo uso efectivo de indicadores de disponibilidad y confiabilidad, en el marco de la Política de Gerenciamiento de Activos, y con base en la medición y aseguramiento del Costo de Ciclo de Vida de los sistemas.

Los trabajos de mantenimiento preventivo, correctivo y por condición a ejecutar por el contratista son los establecidos y/o los asignados por el cliente, según sus prioridades y necesidades de producción, seguridad industrial y medio ambiente. Para tal efecto, el contratista desarrollará la planeación de mantenimiento y estos trabajos serán acordados con el cliente una vez se realice y apruebe la respectiva programación.

Además, se obliga a atender oportunamente los llamados por una eventual ocurrencia de paradas no programadas, fallas mecánicas, eléctricas o de instrumentación, y emergencias, para evitar pérdidas de producción, derrames de productos y mitigar impactos en las áreas de influencia de las operaciones de producción, hasta lograr el control de la mencionada emergencia; desarrollando el debido proceso de aseguramiento de calidad de las actividades ejecutadas.

El servicio de mantenimiento debe ser ejecutado por el contratista en correspondencia con los tiempos máximos establecidos, para cada una de las actividades asignadas, y en el caso de no haberse estimado aún tiempos para el desarrollo de las actividades, estas deberán tener previamente el visto bueno por parte de la Gestoría y/o el cliente.

El control y aseguramiento de mantenimiento será efectuado con el seguimiento de los siguientes indicadores de resultado y de medio, en los casos que aplique: disponibilidad de equipos, cumplimiento de la programación pactada, satisfacción del cliente, uso eficiente de los recursos (atención oportuna y efectiva) entre otros.

Estos indicadores serán calculados de acuerdo a los criterios, lineamientos y definiciones establecidos en este documento, y con base en este marco de resultado se evaluará el desempeño del contratista.

Integridad del Servicio de Mantenimiento Para la ejecución del servicio del mantenimiento, el contratista deberá prestar un servicio integral que incluya los siguientes aspectos, en el marco de la Política de Gerenciamiento de Activos:

4.5.2 Calidad, Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

- Ejecutar las actividades de mantenimiento cumpliendo con las normas de salud ocupacional, seguridad industrial y medio ambiente de acuerdo con los manuales del cliente y la legislación aplicable vigente.
- Cumplir con los objetivos del Sistema de Gestión Integral establecido en cada área de operación.
- Entregar a la Gestoría del contrato con copia a la Dirección HSE & Gestión Social los cinco primeros días de cada mes, un informe mensual de gestión en HSE.
- Asegurar el manejo de los Residuos sólidos acorde con el Programa de Manejo Integral de residuos sólidos realizado por el cliente en cada área.
- Cumplir con el Sistema de Permisos de Trabajo del cliente.

4.5.3. Planeación y Programación del Mantenimiento y Análisis de Fallas.

- Planear integralmente la Gestión de Mantenimiento de Equipos Críticos y Esenciales mediante la revisión, validación, corrección, ajuste y aplicación del Análisis de Modos y Efectos de Fallos (FMECA) de equipos y sistemas críticos, con base en una estrategia de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad de acuerdo a los lineamientos del cliente, con el fin de identificar malos actores e ir eliminándolos sistemáticamente.
- Establecer estrategias de planeación, prospección, evaluación y control de demanda planeada y no planeada de repuestos y partes, con el objeto de atender oportunamente las actividades de mantenimiento y optimizar la bodega y la gestión de inventarios, así como para la optimización de las horas-hombre de mantenimiento.
- Realizar Informes y análisis de eventos de fallas, con base en una metodología de Análisis de Falla de Causa Raíz (RCFA), planteando las estrategias para la no-ocurrencia de eventos de fallas.
- Estructurar la planeación, prospección y aseguramiento de la gestión operativa y de ejecución del mantenimiento, con base en la gestión documental y de administración del conocimiento en el Sistema de Información.
- Establecer objetivos e indicadores de la Gestión de mantenimiento para la prestación de un servicio certificado que cumpla a satisfacción con los requerimientos del cliente.

4.5.4. Ejecución del Mantenimiento. Ejecutar las intervenciones de mantenimiento de acuerdo a los lineamientos del cliente, haciendo énfasis en actividades de mantenimiento preventivo y de monitoreo por condición (análisis de vibraciones, análisis de rodamientos, toma de muestras para análisis de aceite, etc.) e inspecciones de carácter preventivo y teniendo en cuenta los aspectos asociados a la Seguridad Industrial, la Salud Ocupacional y el cuidado y preservación del Medio Ambiente.

- Registrar la información para la planeación, programación, ejecución y control de las actividades de mantenimiento, incluyendo la apertura, costeo y cierre de Órdenes de trabajo (OT), trazabilidad de componentes en el sistema, así como los eventos y novedades que se tengan antes, durante o después de los trabajos, mediante sistema de información de mantenimiento (SIM).
- Registrar las variables operativas de los equipos intervenidos en el informe diario de mantenimiento.
- Recibir en custodia de parte del Departamento o Coordinación de Mantenimiento equipos de propiedad del cliente y devolverlos al finalizar el contrato o cuando el cliente lo indique.
- Devolver a la bodega los materiales sobrantes y recuperados, así como devolver los materiales reemplazados a la interventoría designada por el cliente.

- Aplicar las cartas y los procedimientos estándar de trabajo establecidos por el cliente, así como desarrollarlas para actividades que no lo tengan y presentarlos para visto bueno de la Gestoría del Contrato.

4.5.5. Control y Optimización del Mantenimiento y Reducción de Costos.

- Presentar proyectos de optimización de costos enfocados en Recursos, Procesos y Tecnología.
- Optimizar las horas hombre de mantenimiento, propendiendo por el mejoramiento y aseguramiento del rendimiento de personal y herramientas.
- Estructurar la conformación, distribución y control de los frentes ejecutores y de los recursos para que aspectos como alistamientos, HSE no impacten en el tiempo de ejecución diaria.
- Realizar un seguimiento de los costos asociados a repuestos y materiales, con el objetivo de controlar los costos totales de mantenimiento.
- Realizar un seguimiento del consumo de energía eléctrica de los diferentes centros de carga, instalaciones y equipos, con el fin de controlar los costos totales de mantenimiento.
- Participar en los análisis de costo total de mantenimiento, en particular para los incluidos en los listados de Malos Actores.

4.6 CICLO DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

4.6.1. Planeación de las actividades. El contratista desarrollará en el sistema de información, propiedad del cliente, el plan de mantenimiento preventivo y por monitoreo de condición (vibraciones mecánicas, análisis de aceite, etc.), para equipos mecánicos, eléctricos y de instrumentación y control, así como la planeación de las actividades del mantenimiento correctivo, todo esto de acuerdo con el análisis de modos y efectos de falla (FMECA), Análisis de Eventos de Fallas, histórico de actividades y programas que normalmente se han ejecutado a los equipos determinados en el alcance de estas especificaciones técnicas.

- Definición del procedimiento
- Secuencia lógica de actividades o tareas
- Personal y herramientas necesarias
- Repuestos requeridos
- Acciones de seguridad industrial y conservación del medio ambiente
- Control técnico y medición
- Tiempo de parada de los equipos por la ejecución

4.6.2. Programación de las Actividades de Mantenimiento. El periodo de programación de las actividades de mantenimiento, registrado en el sistema de información para la administración del mantenimiento, es semanal de lunes a domingo Hasta tres (3) días antes del inicio de cada periodo de programación o el

último día hábil de la semana, el contratista entregará al cliente, para su revisión y aprobación, el pronóstico de actividades correspondiente a los catorce (14) días siguientes para dejar en firme con operaciones la Programación de los primeros siete (7) días de ese pronóstico, el cual es la base para la ejecución de los programas y actividades del mantenimiento de corto plazo. De igual manera, el contratista deberá presentar mensualmente la proyección de las actividades de mantenimiento correspondiente a los siguientes seis (6) y doce (12) meses, como base de prospección del mantenimiento y materiales de mediano y largo plazo. El programa incluye:

- Actividades en proceso no realizadas en el período que termina (Backlog).
- Actividades correspondientes al mantenimiento correctivo programado para el período.
- Trabajos rutinarios o de origen preventivo por ejecutar. Incluye las rutinas semanales, mensuales, trimestrales y anuales que se deban ejecutar en el periodo de programación.
- Trabajos rutinarios o de origen predictivo (mantenimiento por condición) por ejecutar. Incluye las rutinas de análisis de vibraciones, análisis de condición de rodamientos y toma de muestras para análisis de aceites.
- Las paradas mayores y mantenimientos por Campaña.

El contratista deberá organizar su propio plan de trabajo diariamente, con el objetivo de asegurar el cumplimiento de los indicadores que miden el resultado de su gestión, dentro de la estructura de compensación por desempeño, y en el marco de la Política de Gerencia de Activos del cliente.

El programa de trabajo aprobado al contratista deberá ser cumplido y/o ejecutado por éste en su totalidad y a tiempo. Por lo tanto, ningún trabajo de los establecidos en dicho programa debe quedar inconcluso ó no ser ejecutado, salvo que suceda cualquiera de las siguientes situaciones:

- Que el cliente así lo disponga.
- Que el contratista solicite una prórroga para cumplir con el programa de trabajo asignado y cuente con la debida autorización del cliente.
- Que falte algún recurso, repuesto, equipo o elemento que el cliente deba proveer y no haya sido suministrado a tiempo al contratista.
- Por situaciones climáticas, ambientales, físicas, de Seguridad Industrial y demás de fuerza mayor que impidan o perjudiquen la apropiada ejecución y resultados finales de los trabajos, que dañen elementos especiales de equipos e instalaciones del cliente o que pongan en peligro la vida e integridad de personal del contratista y el cliente.

4.6.3. Ejecución de las Actividades de Mantenimiento. Esta fase se refiere a la realización de todas las actividades incluidas en el compromiso o programa de trabajo para el periodo de programación, y a la ejecución de todos los eventos menores, emergencias y trabajos correctivos no programados que se presenten

durante el mismo, tendientes a mantener los equipos operando dentro de las condiciones establecidas y a evitar, en lo posible y dentro del esquema de seguimiento y aseguramiento de los indicadores de resultado de la función mantenimiento, las pérdidas de producción por fallas de los equipos o por actividades de mantenimiento, asegurando la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

La ejecución de las actividades de mantenimiento tanto programado como no programado, se realizará teniendo en cuenta los procedimientos estandarizados de trabajo el cliente y las normas de seguridad industrial, salud ocupacional, protección ambiental y manejo de residuos sólidos y aceitosos pertinentes.

La ejecución de las actividades de mantenimiento se hará todos los días del año, de acuerdo con los tiempos máximos establecidos en los procedimientos e instructivos de trabajo para cada una de las actividades según el origen o tipo de mantenimiento, que en caso de no estar documentados, serán objeto de revisión por el contratista y revisadas y validadas por parte de la Interventora del cliente. En todo caso, el contratista no podrá ejecutar trabajo alguno sin la correspondiente autorización del cliente.

4.7 RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA

4.7.1. Informes y Análisis de Falla. Todas las actividades relacionadas con la ejecución del mantenimiento deberán ser registradas, informadas y analizadas. Para estos efectos, el contratista dispondrá del acceso a los Software y/o herramientas informáticas que disponga, desde sus equipos de cómputo (propiedad del contratista) localizados en las áreas operativas del cliente, donde el personal contratista documentará, garantizará la calidad y/o consultará la información, en conjunto con los Supervisores y/o Técnicos del cliente, en las órdenes de trabajo realizadas.

Todos los registros y archivos son y serán de propiedad del cliente, lo mismo que las hojas de vida de los equipos, con las actualizaciones del caso; La información que el contratista debe preparar, suministrar y mantener actualizada en el sistema, para cada equipo y por cada actividad de mantenimiento realizada, es la siguiente:

- Información básica.
- Actualización de caracterización de equipos.
- Detalle de actividades realizadas
- Montaje y desmontaje de componentes.
- Montaje y desmontaje de equipos.
- Partes falladas.
- Repuestos fallados.
- Tiempo de parada.

- Tiempo de reparación.
- Actualización de procedimientos estándar.
- Registro de tiempo de paradas.
- Registro de los trabajos hechos por el personal de la empresa contratista.
- Registro de los trabajos hechos por subcontratista.
- Partes y repuestos utilizados.

Toda falla deberá ser reportada por el cliente y posteriormente entregará un informe preliminar de investigación del evento, determinando las causas inmediatas y básicas (causa raíz) de acuerdo a la Directriz Corporativa del cliente para reporte e investigación de accidentes e incidentes.

Cuando la interventora lo estime conveniente y lo solicite, el contratista hará un análisis de falla para buscar la causa primaria de dicha falla y tomar las acciones correctivas tendientes a evitar la repetición de la misma, de acuerdo con los lineamientos y criterios del cliente.

Evaluación de la Gestión de Mantenimiento La evaluación de la gestión operativa del contratista se realizará de conformidad con los indicadores definidos en cada área operativa del cliente, dentro de la Política de Gerenciamiento de Activos del cliente.

Con base en ellos se fijarán las metas y objetivos de mejora de la calidad del servicio y como resultado de este análisis y evaluación, el contratista deberá presentar sus planes de mejoramiento.

Los indicadores de gestión del contratista serán revisados de acuerdo a su característica de forma semanal, mensual, trimestral y anual. El esquema de riesgo – recompensa se aplicará conforme a lo estipulado en las Especificaciones particulares.

El contratista debe utilizar los siguientes indicadores de gestión para la totalidad de los sistemas funcionales según metas establecidas por el cliente, los cuales tienen carácter obligatorio:

4.7.2 Indicadores de Resultado. Los indicadores de resultado definidos para la gestión de Mantenimiento contratada son:

- Disponibilidad de Equipos.
- Pérdidas de producción atribuible a mantenimiento.
- Documentación de Órdenes de Trabajo
- Frecuencia de Accidentes, HSE.

Para cálculo de los indicadores de resultado ver especificaciones técnicas particulares (Anexo A)

Indicadores para Mantenimiento Adicional a los indicadores de resultado para la evaluación de la gestión operativa del contratista, se tendrán indicadores de medio acordes a la Política de Gerenciamiento de Activos del cliente con base en ellos se fijarán anualmente las metas y objetivos de mejora de la calidad del servicio y como resultado de este análisis y evaluación, el contratista deberá presentar sus planes de mejoramiento.

Los indicadores de medio definidos para la gestión de mantenimiento contratado son definidos en las especificaciones particulares, entre los que se encuentran los siguientes:

Utilización de Horas Hombre. Mide la gestión y efectividad de La programación y ejecución de mantenimiento. Se calcula mensualmente teniendo como base el total de las actividades de mantenimiento planeadas y no planeadas para el periodo de medición.

Carga de Trabajo. Mide la efectividad de la planeación respecto al recurso en horas hombre disponible. Se realiza mensualmente y se calcula sobre el total de las actividades de mantenimiento desarrolladas en el periodo de medición.

Índice de Mantenimiento Proactivo. Es la relación de las horas hombre utilizadas en mantenimientos de origen proactivo sobre el total de las horas hombre utilizadas en un periodo determinado.

Cumplimiento de la Programación. Se calcula de dos formas, en la primera se mide el cumplimiento de la programación con base en el número de órdenes de trabajo ejecutadas de la programación de un periodo. La segunda forma mide la efectividad de las horas hombre utilizadas en la ejecución del programa versus las horas hombre estimadas para la ejecución del programa de trabajo.

Relación de Disponibilidad de Equipo. Evalúa el estado de disponibilidad de un grupo de equipos críticos y esenciales previamente definidos por el cliente con respecto a su meta de disponibilidad y así determinar el porcentaje de equipos que estuvieron dentro de los parámetros establecidos.

Backlog. Evalúa la cantidad de horas hombre y órdenes de trabajo que estando planeadas y programadas aún no han sido ejecutadas o terminadas con el fin de asegurar los recursos en el cálculo de la carga de trabajo.
Para cálculo de los indicadores de medio de mantenimiento ver especificaciones técnicas particulares (Anexo A)

4.8 ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

La estrategia de mantenimiento se fundamenta sobre los lineamientos de la Política de Gerenciamiento de Activos del cliente.

A modo de resumen, la estrategia de mantenimiento se fundamenta en la implementación costo-efectiva del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, dando mayor énfasis al mantenimiento preventivo y por condición.

Para lograr esta opción es necesario ejecutar una serie de actividades que conlleven a mitigar el deterioro de los equipos, a asegurar la integridad física de los mismos y a mantener la disponibilidad de funcionamiento.

La estrategia de mantenimiento debe:

- Garantizar que todos los activos sean mantenidos y operados en una forma efectiva, segura y dentro de las especificaciones técnicas del equipo de acuerdo a una valoración de Análisis de Modos, Efectos de Fallas y Criticalidad FMECA.
- Proveer un programa de mantenimiento efectivo y económico de tal forma que se incremente al máximo posible la disponibilidad, confiabilidad y la productividad.
- Garantizar que cada equipo cumpla su ciclo de vida y consecuentemente justifique la inversión inicial.
- Incorporar actividades que involucren Mantenimiento por Condición CBM.
- Minimizar los tiempos de paradas planeadas.
- Realizar Mantenimiento por Campañas.

Para cumplir con la estrategia y lograr el propósito el contratista deberá hacer énfasis en las actividades preventivas y de diagnóstico, tales como:

- Inspecciones
- Pruebas
- Ajustes
- Mantenimiento de niveles de líquidos
- Monitoreos
- Limpieza y aseo
- Revisiones

Acorde con lo anterior, el contratista debe estructurar sus condiciones operacionales de tal forma que le permita ejecutar la estrategia planteada, ejecutando todas las actividades planeadas con el fin de garantizar que todos los equipos y las facilidades incluidas en este contrato operen satisfactoriamente y que por consiguiente no superen las metas pérdidas de producción generadas por mantenimiento, establecidas cada Superintendencia. Cuando el cliente, por conveniencia económica u operacional ordene la no ejecución inmediata de una actividad de mantenimiento, las pérdidas ocasionadas no serán tenidas en cuenta para efectos de medición de pérdidas de producción atribuibles a el contratista, un aumento injustificado en el porcentaje de pérdidas por mantenimiento, se interpretará como una falta de el contratista e incumplimiento del contrato, y éste estará en la obligación de restaurar las condiciones normales en el menor tiempo

posible sin perjuicio de la aplicación de las sanciones a que hubiere lugar, de conformidad con lo establecido en el contrato.

Matriz de Excelencia en Mantenimiento. El Plan de Mejoramiento Estratégico debe cubrir las Diez (10) áreas planteadas en la Matriz de la Excelencia del Mantenimiento.

Tabla 15. Matriz de la Excelencia en Mantenimiento

CLASE	ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	ADMINISTRACIÓN Y ORGANIZACIÓN	PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO	MEDIDAS DE DESEMPEÑO	TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y SU USO	INVOLUCRAMIENTO DE LOS EMPLEADOS	ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD	ANÁLISIS DE PROCESOS	INFORMACIÓN SOBRE INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES
CLASE MUNDIAL	Estrategia Corporativa de Mantenimiento	Organización de Alto Desempeño	Ingeniería de Mantenimiento y Planeación de Largo Plazo (mín. 3 años a la vista)	Todas las tácticas derivadas de un análisis estructurado	Efectividad de Equipos, benchmarking y excelente base de datos de costos	Bases de datos totalmente integradas	Equipos de trabajo autónomos	Programa total de confiabilidad. Predicción y ajuste de estrategias con base en estudios de confiabilidad	Revisión regular de los procesos de costo, tiempo y calidad. Certificación ISO 9000 de los procesos de mantenimiento	Fuente única de información de infraestructura de equipos, componentes y las diferentes jerarquías
DE LO MEJOR EN SU CLASE	Plan de mejoramiento a largo plazo	Organización de mantenimiento integrada con proveedores de bienes y servicios	Buena planeación y programación del trabajo. Soporte de Ingeniería de Mantenimiento	CBM formal y dando resultados. PPMs con base en RCM. Inspecciones basadas en riesgo	MTBF /MTTR, Disponibilidad, costos de mantenimiento muy estructurados y gestionados	CMMS Convencional ligado a financiero y materiales	Equipos de mejoramiento continuo formalmente creados y funcionando	Modelamiento de Confiabilidad	Algunas revisiones de procesos administrativos de mantenimiento (estratégicos, tácticos y operativos)	Infraestructura de equipos y componentes estandarizada en las diferentes bases de datos
CONSCIENTE	Plan estratégico de mantenimiento a un año	Mantenimiento integrado con las demás áreas de la compañía	Grupos de Planeación e Ingeniería de Mantenimiento establecidos	Algo de CBM. Algo de NDT	Tiempos de parada con modo, causa y elemento de falla. Costos de mantenimiento disponibles	CMMS convencional no ligado a otros sistemas	Comités de mejoramiento ad-hoc	Buena base de datos de falla en uso. FICFA y FMEA	Revisión periódica de procesos o procedimientos técnicos por disciplinas	Infraestructura de equipos jerarquizada y clasificada
INSATISFACTORIO	Plan de mejoramiento de mantenimientos preventivos	Mantenimiento integrado a Operaciones	Soporte para detección de fallas y programación	Inspecciones basadas en tiempo	Algunos registros de falla y costos de mantenimiento no segregados	Algunos programas y registros de repuestos	Algunas reuniones de mejoramiento en seguridad	Registro de fallas poco usado	Procesos técnicos de mantenimiento revisados por lo menos una vez	Infraestructura de equipos y componentes estructurada en algún medio magnético
INOCENTE	Mantenimiento reactivo	Organización y administración funcional	No planeación. Programación elemental. No existe Ingeniería de mantenimiento	Paradas anuales de inspección únicamente	Ninguna aproximación sistemática a costos de mantenimiento y fallas de equipos	Manual y registro ad-hoc	Solo reuniones con el personal para tocar temas sindicales o sociales	No existe registro estructurado de fallas	Procesos técnicos y administrativos de mantenimiento no documentados y nunca revisados	No existe ningún registro de la infraestructura de equipos y componentes

Fuente. Vicepresidencia de producción Ecopetrol S.A.

5.CONCLUSIONES

En la realidad operacional de las actividades contratadas, cuando se da un cambio de contratista, el grueso de las actividades de mantenimiento continúan en las mismas personas, básicamente por que se da una sustitución patronal, y lo que se ajustan son algunos procesos administrativos y orientaciones del contratista.

La criticidad relativa de las actividades permite sustentar el caso de adelantar actividades directamente. En general dentro del sector industrial, en la definición de criticidad no hay consenso, y depende del proceso productivo.

El direccionamiento, la validación y aseguramiento de la planeación, programación y ejecución de la estrategia de mantenimiento deben ser desarrollados por el cliente.

Son necesarias relaciones de largo plazo, pero principalmente procesos robustos y exigencia permanente en el aseguramiento de la documentación y de la información técnica son claves para el aseguramiento del conocimiento.

El nivel de asimetría de la información que se puede presentar entre el contratista con respecto al contratante hacen que los contratos contemplen plazos mayores a un año, con el fin de obtener alineación a las proyecciones u objetivos del negocio.

Para la gestión de un nuevo esquema de contratación, se deben desarrollar competencias de administración e interventoría en el personal propio, y revisar la estructura para asegurar que las actividades estratégicas y de direccionamiento están debidamente soportadas.

Es de gran importancia realizar las auditorias y hacer seguimiento a la implementación de las recomendaciones para cerrar el ciclo PHVA de la estrategia.

Se deben dejar claros desde el inicio de la relación contractual que indicadores son de medio para medir la gestión del mantenimiento y cuáles son los que indicaran el resultado y que tan alineado con los objetivos del cliente está la estrategia.

Los contratos exclusivamente de mantenimiento difieren de aquellos en donde se contempla tanto la operación como el mantenimiento, acentuándose esto con la propiedad por parte del contratista o del cliente.

Para contar con contratos más precisos en sus objetivos y resultados esperados, se debe considerar diferentes factores como son, la incertidumbre, gerenciamiento de los activos, estrategia de mantenimiento, los indicadores asociados al mantenimiento, entre otros aspectos.

La definición de si la actividad es propia o contratada depende de criterios de especificidad de activos, reducción de costos de coordinación y de estrategias, y economías de escala. Sin embargo, en este documento se plantea un modelo de gerenciamiento del mantenimiento outsourcing; con un modelo de contratación, sin precisar o detallar los criterios que hacen que una actividad sea contratada o no.

BIBLIOGRAFIA

Beltrán J., Jesús M.; "Indicadores de Gestión" Temas Gerenciales, 3R. Editores; Bogotá, 1998.

ECOPETROL S.A. Estrategia de Mantenimiento, Confiabilidad y Gerencia de Activos. Dirección General de Operaciones GRUPO CENTRAL DE MANTENIMIENTO. Campo Apiay, Villavicencio. 2006.

Eckes, George; "El Six Sigma para Todos" Grupo Editorial Norma; Bogotá, 2004

Grupo Central de Mantenimiento de Ecopetrol, Política de Gerencia de Activos DGO-CCM-01, 2006a

Grupo Central de Mantenimiento de Ecopetrol, Manual de Gerencia de Activos DGO-CCM-02, 2006b.

Joseph H.K. & Lai Francis W.H. (2007) Monitoring building operation and maintenance contracts. Facilities, Vol (5/6), 238-251. Recuperado el 20 de Agosto de 2008, disponible en <http://www.fmlink.com/ProfResources/Magazines/>

Kaaram, M. An institutional economic appraisal of worker equity schemes in agriculture: the incomplete contracts approach to the separation of ownership and control. Conferencia en el Congreso del Agricultural Economic Association en Sur África. 2008, disponible en <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/19094/1/cp03ka01.pdf>

Nyström, J. (2005) Partnering: definition, theory and evaluation. Tesis Doctoral del Royal Institute of Technology (KTH). 2008.

Porter, Michael; "What Is Strategy"; Harvard Business Review, 1996.

Society for Maintenance & Reliability Professionals; "SMRP Professional Certification Program" 2005, disponible en www.smrp.org

Sorrel, S. (2005) The economics of energy service contracts. Tyndall Center. 2008, disponible en www.tyndall.ac.uk/publications/working_papers/wp81.pdf

Williamson, O. (1979) Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations. The Journal of Laws and Economics, Vol. 22, No. 2, pp. 233-261.

ANEXOS

ANEXO A

"BENCHMARKING" DE MANTENIMIENTO

CLIENTE:

NIVELES DE CALIFICACIÓN:	
Entre 0 - 10	Mantenimiento "INOCENTE"
Entre 10 - 20	Mantenimiento "NO SATISFACTORIO"
Entre 20 - 50	Mantenimiento "CONCIENTE"
Entre 50 - 70	Mantenimiento "DE LO MEJOR EN SU CLASE"
Entre 70 - 100	Mantenimiento "CLASE MUNDO"

Scoring
1.00= Effectively in place in all site operations
0.75= Effectively in place in most site operations
0.50= Effectively in place in some site operations
0.25= Effectively in place in just one site operation ("prototype")
0.00= not in place

No.	Evaluación Organización de Mantenimiento	PUNTAJE MÁXIMO	ESTADO (x)	PUNTAJE VALIDADO	EVALUACIÓN VALIDADA	HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES PRELIMINARES
1	ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO					
1.1	Estrategía Corporativa de Mantenimiento	4	X	0	0	
1.2	Plan de Mejoramiento a largo plazo	3	X	0	0	
1.3	Plan estratégico de mantenimiento a un año	2	X	0	0	
1.4	Plan de Mejoramiento de mantenimientos preventivos	1	X	0	0	
1.5	Mantenimiento reactivo (run to fail)	0				
	Sub - Total	10		0	0	
2	ADMINISTRACIÓN Y ORGANIZACIÓN					
2.1	"Organización de Alto Desempeño"	4	X	0	0	
2.2	Admon y organización de mannto "Ampliada" (integrada) con proveedores de bienes y servicios externos	3	X	0	0	
2.3	Estructura organizacional de mannto integrada con logística, financiera, recursos humanos , gerencia y demás areas de la compañía.	2	X	0	0	
2.4	Mannto organizado como respuesta a la necesidad operativa del proceso productivo principal	1	X	0	0	
2.5	Organización y administración funcional	0				
	Sub- Total	10		0	0	
3	PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN					
3.1	Ingeniería de Mantenimiento y Planeación de Largo Plazo (Vista a tres años mínimo)	4	X	0	0	
3.2	Buena planeación del trabajo, programación y Soporte de Ingeniería de Mantenimiento implementado (Pvos con base en RCM, Análisis de Falla, Soporte Técnico)	3	X	0	0	
3.3	Grupos de Planeación e Ingeniería de mantenimiento establecidos formalmente	2	X	0	0	
3.4	Soporte para detección de fallas y programación elemental (no balanceo, planeación no profunda)	1	X	0	0	
3.5	No planeación. La programación es elemental y no existe la Ingeniería de mantenimiento	0				
	Sub - total	10		0	0	
4	TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO					
4.1	Todas las tácticas derivadas de un análisis estructurado CBM formal y dando resultados. PPMs con base en RCM.	4	X	0	0	
4.2	Inspecciones basadas en riesgo	3	X	0	0	
4.3	Algo de CBM. Algo de NDT (RBI)	2	X	0	0	
4.4	Inspecciones basadas en tiempo	1	X	0	0	
4.5	Paradas anuales de inspección únicamente	0				
	Sub-total	10		0	0	
5	MEDIDAS DE DESEMPEÑO					
5.1	Cálculo de Efectividad de Equipos y de planta, Benchmarking y excelente base de datos de costos implementada	4	X	0	0	
	MTBF/MTTR, Availability, Reliability, costos de mantenimiento muy					

5,2	MTBF/MTTR, Availability, Reliability, costos de mantenimiento muy estructurados y gestionados	3	x	0	0	
5,3	Tiempos de parada con modo, causa y elementos de falla. Costos de mantenimiento disponibles	2	x	0	0	
5,4	Algunos registros de falla y costos de mantenimiento no segregados	1	x	0	0	
5,5	Ninguna aproximación sistemática a costos de mantenimiento y falla de equipos	0	x	0	0	
	Sub-total	10		0	0	
6	TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y SU USO					
6,1	Bases de datos totalmente integradas	4	x	0	0	
6,2	CMMS- ERP Convencional ligado a financiero y materiales	3	x	0	0	
6,3	CMMS- ERP convencional no ligado a otros paquetes, operando y produciendo resultados	2	x	0	0	
6,4	Algunos programas y registros de repuestos	1	x	0	0	
6,5	Manual y registro ad-hoc	0			0	
	Sub-total	10		0	0	
7	INVOLUCRAMIENTO DE LOS EMPLEADOS					
7,1	Equipos de trabajo autónomos	4	x	0	0	
7,2	Equipos de mejoramiento continuo formalmente creados y funcionando	3	x	0	0	
7,3	Comités de mejoramiento ad-hoc	2	x	0	0	
7,4	Algunas reuniones de mejoramiento en seguridad	1	x	0	0	
7,5	Solo reuniones con el personal para tocar temas sindicales o sociales	0			0	
	Sub-total	10		0	0	
8	ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD					
8,1	Programa total de confiabilidad (Predicción y Ajuste de Estrategía de Mantenimiento con base en estudios Confiabilidad)	4	x	0	0	
8,2	Modelamiento de Confiabilidad	3	x	0	0	
8,3	Buena base de datos de falla, en uso y utilización de RCFA y FMEA	2	x	0	0	
8,4	Registro de Fallas poco usado	1	x	0	0	
8,5	No existe registro estructurados de fallas	0			0	
	Sub-total	10		0	0	
9	ANÁLISIS DE PROCESOS					
9,1	Revisión regular de los procesos de costo, tiempo y calidad. (Tipo certificación ISO 9000 de los procesos de mantenimiento)	4	x	0	0	
9,2	Algunas revisiones de procesos administrativos de mantenimiento (estratégicos, tácticos y operativos)	3	x	0	0	
9,3	Revisiones periódicas de procesos o procedimientos técnicos y documentación de los procesos administrativos	2	x	0	0	
9,4	Procesos técnicos (procedimientos), revisados por lo menos una vez	1	x	0	0	
9,5	Procedimientos técnicos y Procesos administrativos de mantenimiento no documentados y nunca revisados (verbales o de conocimiento individual)	0			0	
	Sub-total	10		0	0	
10	INFORMACIÓN SOBRE INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES					
10,1	Existe una única fuente de información que contiene todas la infraestructura de Equipos, componentes y las diferentes jeraquías necesarias para realizar la gestión de mantenimiento (Si existen varias fuentes, están debidamente comunicadas via interfaces)	4	x	0	0	
10,2	La infraestructura de equipos y componentes está debidamente estandarizada en las diferentes bases de datos con ayuda de las cuales se realiza la gestión de mantenimiento	3	x	0	0	
10,3	Infraestructura jeraquizada y clasificada de manera que permita realizar gestión administrativa y técnica	2	x	0	0	
10,4	Se dispone de la infraestructura de Equipos y componentes debidamente estructurada en algún medio magnético	1	x	0	0	
10,5	No existe ningún registro de la infraestructura de Equipos y Componentes	0			0	
	Sub-total	10		0	0	
	TOTAL	100		0	0	

ANEXO B

"BENCHMARKING" DE MANTENIMIENTO

CLIENTE:		CLIENTE:
No.	Evaluación Organización de Mantenimiento	EVIDENCIAS
1 ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO		
1.1	Estrategía Corporativa de Mantenimiento	Existe plan a largo plazo de por lo menos tres años, visión, objetivos, responsables y presupuesto establecido y el cual está totalmente integrado con el plan corporativo de mantenimiento
1.2	Plan de Mejoramiento a largo plazo	Existe plan a largo plazo de por lo menos tres años, visión, objetivos, responsables y presupuesto establecido para la gerencia
1.3	Plan estratégico de mantenimiento a un año	Existe plan aprobado y con evidencia de ejecución donde estén los objetivos de la organización de mantenimientos en las diez áreas, con responsables asignados, meta establecida y con cubrimiento de un año
1.4	Plan de Mejoramiento de mantenimientos preventivos	Existe archivo magnético o impreso donde se muestran los mantenimientos de origen preventivo para los equipos del negocio para un año a la vista y con evidencia de haber sido revisados mínimo una vez
1.5	Mantenimiento reactivo (run to fail)	
2 ADMINISTRACIÓN Y ORGANIZACIÓN		
2.1	"Organización de Alto Desempeño"	Decisiones y poder distribuido entre los participantes de los procesos de mannto. Las personas pueden autoorganizarse en función de las necesidades del cliente y de requerirse crear nuevos procedimientos; tienen conocimiento y habilidades para identificar necesidades de sus clientes y producir las soluciones requeridas
2.2	Admon y organización de mannto "Ampliada" (integrada) con proveedores de bienes y servicios externos	Se incorporan en la definición de los procesos los proveedores de bienes y servicios generandose una "Red de Valor". Se abandona el concepto de "Yo hago todo" a "Solo hago aquello en lo cual soy el mejor" y "hago lo demás con los mejores en su clase" y así integro redes de valor. Certifico mis proveedores y los integro. Proyectos de desarrollo de proveedores.
2.3	Estructura organizacional de mannto integrada con logística, financiera, recursos humanos, gerencia y demás áreas de la compañía. Mannto organizado como respuesta a la necesidad operativa del proceso productivo principal	Existe y se usa una plataforma de TI (Tecnología de Información) que soporte los procesos integrados; los presupuestos, planes de desarrollo, planes operativos etc. se elaboran, consultan y actualizan conjuntamente y sobre soluciones únicas. Existencia de planes integrales de mejoramiento continuo y de planes de adaptación del proceso a mejores prácticas
2.4	Organización y administración funcional	Existe un plan de operaciones y de mannto integrados
3 PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN		
3.1	Ingeniería de Mantenimiento y Planeación de Largo Plazo (Vista a tres años mínimo)	Existencia, con vista por lo menos de tres años, de un plan de mantenimiento para los equipos críticos y/o mayores, con estimados de costos, repuestos, mano de obra. Se debe obtener copia de dicho plan o impresión del mismo
3.2	Buena planeación del trabajo, programación y Soporte de Ingeniería de Mantenimiento implementado (Pvos con base en RCM, Análisis de Falla, Soporte Técnico)	Es necesario contar con medios físicos o magnéticos (electrónicos) que demuestren que la planeación, la programación y la ingeniería de mantenimiento al igual que el seguimiento de estas, están siendo ejecutados y son los que direccionan operativamente la estrategia de mantenimiento. Deben existir organigrama, roles y responsabilidades (documento) donde sea clara la existencia tanto de los funcionarios que realicen la planeación, como aquellos que soportan las funciones de Ing. de Mantenimiento
3.3	Grupos de Planeación e Ingeniería de mantenimiento establecidos formalmente	Existencia de (archivos físicos o magnéticos) medios oficiales de la organización donde se muestre la captura de las fallas de los equipos y los correspondientes archivos donde se programa el trabajo para corregir las fallas (Las evidencias deben ser reportes con fecha de emisión o sistema que permita su auditoria donde conste lo anterior)
3.4	Soporte para detección de fallas y programación elemental (no balanceo, planeación no profunda)	
3.5	No planeación. La programación es elemental y no existe la Ingeniería de mantenimiento	
4 TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO		
4.1	Todas las tácticas derivadas de un análisis estructurado	Como fruto de análisis tipo RCM o RBI, todos los equipos críticos deben disponer de una matriz que identifique todas las técnicas de mantenimiento a que deben ser sometidos (estrategia de mantenimiento). Con base en herramientas de Modelamiento (Reliability Modeling) y una vez implementadas las técnicas CBM y RBI, el plan de mantenimiento debe ajustarse para asegurar que solo perduran las actividades que realmente agreguen valor. Evidencia de plan de CBM o RBI (NDT) para todos los equipos críticos (copia del estudio que define que equipos son críticos y las técnicas de CBM o NDT a que estarán sujetos); reporte típico donde se muestre el "tracking" a un equipo cualquiera y evaluación de los beneficios obtenidos con la técnicas aplicadas
4.2	CBM formal y dando resultados. PPMs con base en RCM. Inspecciones basadas en riesgo	Deben existir planes de trabajo que contemple la ejecución de actividades de CBM sobre algunos equipos críticos o mayores y demostrar que con base en las recomendaciones de CBM, se han realizado (realizan) trabajos para corregir las anomalías detectadas. Debe obtenerse copia de los reportes de CBM típicos, sus tendencias, sus diagnósticos y copia de las OTs creadas a partir del producto del análisis. De manera similar debe procederse con NDT para los equipos (componentes o partes) estacionarios de equipos críticos o mayores
4.3	Algo de CBM, Algo de NDT	
4.4	Inspecciones basadas en tiempo	
4.5	Paradas anuales de inspección únicamente	
5 MEDIDAS DE DESEMPEÑO		

5,1	Cálculo de Efectividad de Equipos y de planta, Benchmarking y excelente base de datos de costos implementada	Se dispone del cálculo en línea del "Cálculo de Efectividad de Equipos", se tiene "Benchmarking" de mantenimiento y los la base de datos de costos está en línea y es decisiva en la gerencia del mantenimiento
5,2	MTBF/MTTR, Availability, Reliability, costos de mantenimiento muy estructurados y gestionados	Se dispone de los indicadores de confiabilidad claves con base en las estadísticas de falla de manera automatizada mínimo para todos los equipos críticos. Los costos están automatizados, sus indicadores están establecidos y sobre ellos se realiza seguimiento y gestión periódica
5,3	Tiempos de parada con modo, causa y elementos de falla. Costos de mantenimiento disponibles	Existe registro estandarizado de tiempos de parada para todos los equipos críticos. Igual existe para seguir la historia de costos de mantenimiento
5,4	Algunos registros de falla y costos de mantenimiento no segregados	Existen algunos equipos críticos con registro de datos de falla pero no son estructurados o son no uniformes (no códigos de falla estandar). Igual ocurre con los datos de costos y por lo tanto no es posible realizar segregación o "drill down" de los mismos
5,5	Ninguna aproximación sistemática a costos de mantenimiento y falla de equipos	
6	TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y SU USO	
6,1	Bases de datos totalmente integradas	Existe equemas de reportes e interfaces que garantiza la intercomunicación del CMMS con el resto de sistemas corporativos estratégicos facilitando la integridad de la información.
6,2	CMMS Convencional ligado a financiero y materiales	Existe un CMMS que soporta los módulos de mantenimiento, materiales y está interconectado con la parte contable
6,3	CMMS convencional no ligado a otros paquetes, operando y produciendo resultados	Existe un CMMS convencional con los módulos mínimos de mantenimiento, pero no está ligado con otros sistemas corporativos como la parte contable y materiales
6,4	Algunos programas y registros de repuestos	Se tienen bases de datos hechas en "casa" para los datos de mantenimiento y existe sistema para el control de inventarios
6,5	Manual y registro ad-hoc	
7	INVOLUCRAMIENTO DE LOS EMPLEADOS	
7,1	Equipos de trabajo autónomos	Similar al anterior pero el compromiso y resultados son tales que la gerencia no debe hacer esfuerzo por su seguimiento. Los grupos de mejoramiento autónomos tienen su "modus operandi" establecido y dando resultados
7,2	Equipos de mejoramiento continuo formalmente creados y funcionando	Debe existir el procedimiento, el flujo, los roles y responsabilidades, los registros de reuniones, casos estudiados, resultados y mecanismo de seguimiento a acciones recomendadas (traceable) avalado y monitoreado por la gerencia del mantenimiento
7,3	Comités de mejoramiento ad-hoc	Debe existir registro de las actas de trabajo, resultados y registro del seguimiento a recomendaciones
7,4	Algunas reuniones de mejoramiento en seguridad	Deben existir actas escritas de las reuniones de mejoramiento con la participación del personal "hands on" del mantenimiento
7,5	Solo reuniones con el personal para tocar temas sindicales o sociales	
8	ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD	
8,1	Programa total de confiabilidad (Predicción y Ajuste de Estrategia de Mantenimiento con base en estudios Confiabilidad)	Se utiliza el modelo base simulado en el punto anterior para establecer la conveniencia de introducción de ajustes en la estrategia de mantenimiento y retrolamentar los planes producidos por RCM
8,2	Modelamiento de Confiabilidad	Se dispone de herramientas de modelación en uso donde se tienen simulada la operación actual del negocio (estrategia operacional, yacimientos, mantenimiento, repuestos, etc)
8,3	Buena base de datos de falla, en uso y utilización de RCFA y FMEA	Existe buena base de datos con códigos de falla estandar para mínimo los equipos críticos, es conocida y usada por la organización (equipos de mejoramiento) y con base en sus resultados se procede con FMEA y RCFA's
8,4	Registro de Fallas poco usado	Existe lista de equipos críticos y sus códigos de falla estandar. Igualmente mecanismo para el registro de las fallas, pero aun es poco usado
8,5	No existe registro estructurados de fallas	
9	ANÁLISIS DE PROCESOS	
9,1	Revisión regular de los procesos de costo, tiempo y calidad, certificación ISO 9000 de los procesos de mantenimiento	Existe procedimiento oficial puesto en práctica que garantiza que periódicamente los procesos administrativos son revisados (traceable) y además los procesos de mantenimiento están certificados con norma tipo ISO 9000
9,2	Algunas revisiones de procesos administrativos de mantenimiento (estratégicos, tácticos y operativos)	Los procesos administrativos existen y existe evidencia (traceable) de que son sometidos a revisiones periódicas (fecha, # revisión, quién revisó? Quién aprobó?)
9,3	Revisiones periódicas de procesos o procedimientos técnicos y documentación de los procesos administrativos	Debe existir procedimiento puesto en práctica donde conste que los procedimientos técnicos están sometidos a revisiones periódicas y evidencias (traceables) de lo anterior. Los procesos administrativos de mantenimiento deben estar definidos y documentados
9,4	Procesos técnicos (procedimientos), revisados por lo menos una vez	Debe existir copia dura o magnética con indicaciones de fecha de elaboración, quien elaboró, quien revisó y el contenido técnicos de los procedimientos de reparación de los equipos del negocio
9,5	Procedimientos técnicos y Procesos administrativos de mantenimiento no documentados y nunca revisados (verbales o de conocimiento individual)	
10	INFORMACIÓN SOBRE INFRAESTRUCTURA E	

10,1	Existe una única fuente de información que contiene todas la infraestructura de Equipos, componentes y las diferentes jeraquías necesarias para realizar la gestión de mantenimiento (Si existen varias fuentes, están debidamente comunicadas via interfaces)	Toda la información de la infraestructura es accecible a través de un medio único. Las interfaces (manuales o electrónicas) entre las fuentes de la información están debidamente identificados y procedimentados (verificar existencia de dichos documentos y que se cumplan)
10,2	La infraestructura de equipos y componentes está debidamente estandarizada en las diferentes bases de datos con ayuda de las cuales se realiza la gestión de mantenimiento	Existe consistencia entre los códigos y sobre todo en los conceptos que se utilizan en las diferentes bases de datos utilizadas (ejemplo códigos de falla en CMMS, RCFA software y heramienta de simulación, etc) se debe verificar la existencia física de los documentos que regulan lo anterior
10,3	Infraestructura jeraquizada y clasificada de manera que permita realizar gestión administrativa y técnica	La infraestructura está debidamente jeraquizada y permite obtener reportes de gestión tanto técnica como administrativa al estar debidamente registrada en el CMMS. Estos reportes están identificados y son usados en el CMMS (obtener evidencia física de los mismos)
10,4	Se dispone de la infraestructura de Equipos y componentes debidamente estructurada en algún medio magnético	Existe registro de la infraestructura de equipos y componentes debidamente estructurada, existe listado de equipos críticos (con base en metodología conocida - escrita), los equipos críticos como mínimo tienen sus "data - sheets" elaborados, y se dispone de la historia de los equipos. Todo lo anterior está debidamente alimentado en algún medio.
10,5	No existe ningún registro de la infraestructura de Equipos y Componentes	

ANEXO C						
RECOLECCIÓN DE EVIDENCIAS - EVALUACIÓN DE MANTENIMIENTO						
NOMBRE	CARGO	DESCRIPCION EVIDENCIA	ASPECTO	FECHA	HORA	COMENTARIOS
	Coord. Mnto	Mntos preventivos a un año y revisados mínimo una vez Organigrama, roles y responsabilidades del personal IMC Pcto de P&S, mejoramiento de la planeación por parte de IMC Reportes de estudios de mejoramiento y recomendaciones Pctos técnicos documentados y con revisión				
	Planeador	Mntos preventivos a un año y revisados mínimo una vez Autoiniciativas de mejoramiento, toma de decisiones en beneficio del negocio Plan y registros análisis de termografía de equipos eléctricos. Registros / actas de reuniones de HSE Pctos técnicos documentados y con revisión				
	Coord. IMC	Intersecciones entre Mnto y Financiera, HSE, Logística, HR Interrelaciones, evaluación y certificación de proveedores. Revisión módulos de mnto de Ellipse y su interrelación con la parte contable y materiales Existencia de pctos administrativos de mnto				
	Ing. Mnto / Interventor Contrato	Interrelaciones, evaluación y certificación de proveedores.				
	Planeador	Acta de reuniones semanales / quincenales Mnto - Ops Autoiniciativas de mejoramiento, toma de decisiones en beneficio del negocio Registros de OT correctivos (fallas) en Ellipse Pctos técnicos documentados y con revisión				
	Ing. IMC	Matriz de CBM, reportes de CBM, Ota creadas a partir de insp. CBM, rutinas de CBM en Ellipse Pcto de P&S, mejoramiento de la planeación por parte de IMC Reportes periodicos de indicadores de confiabilidad & costos, listado de equipos críticos y sus códigos de falla Reportes de análisis RAM				
	Ing. IMC	Estudios de RBI, rutinas definidas a partir de RBI, cargo en CMMS				
	Ing. Confiabilidad	Reportes periodicos de indicadores de confiabilidad & costos, listado de equipos críticos y sus códigos de falla Revisión BD de fallas de equipos críticos, reportes de falla / RCFA, seguimiento de recomendaciones FTS Estandarización Códigos de Falla				
	Analista Conf.	Acta de reuniones semanales / quincenales Mnto - Ops Registros de OT correctivos (fallas) en Ellipse Revisión módulos de mnto de Ellipse y su interrelación con la parte contable y materiales Jerarquía de equipos y plantas en CMMS Estandarización Códigos de Falla				
		Presentacion Preliminar Reporte				