

OPTIMIZACIÓN ESTRATÉGICA DEL MANTENIMIENTO EN LA PLANTA TÉRMICA ZONA
FRANCA CELSIA S.A E.S.P

DEBINSON CASTRO GUTIÉRREZ

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERIA
MEDELLÍN-COLOMBIA
2015

OPTIMIZACIÓN ESTRATÉGICA DEL MANTENIMIENTO EN LA PLANTA TÉRMICA ZONA
FRANCA CELSIA S.A E.S.P

DEBINSON CASTRO GUTIÉRREZ

Trabajo de tesis para optar por el título de magíster en ingeniería

ASESOR Ph.D. LUIS ALBERTO MORA GUTIÉRREZ

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERIA
MEDELLÍN - COLOMBIA
2015

CONTENIDO

CONTENIDO.....	3
TABLA DE ILUSTRACIONES.....	5
1 PRÓLOGO.....	7
1.1 INTRODUCCIÓN.....	7
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	10
1.3 ANTECEDENTES.....	11
1.3.1 Energía en acción.....	11
1.3.2 Generación Térmica en Colombia.....	12
1.3.2.1 Zona Franca CELSIA.....	13
1.3.2.2 Meriléctrica.....	13
1.3.3 Estructura Organizacional.....	14
1.4 Objetivos del Proyecto.....	16
1.5 Objetivos.....	17
1.5.1 General.....	17
1.5.2 Objetivos específicos.....	17
1.5.2.1 Uno - Fundamentos.....	17
1.5.2.2 Dos - Metodología ASAF.....	17
1.5.2.3 Tres - Aplicación ASAF.....	18
1.5.2.4 Cuatro – Plan Estratégico de Mejoras.....	18
1.5.2.5 Cinco - Conclusiones.....	18
2 FUNDAMENTOS.....	19
2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 1.....	19
2.2 INTRODUCCIÓN DE OBJETIVO ESPECÍFICO 1.....	19
2.3 DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1.....	19
2.3.1 Mantenimiento.....	19
2.3.1.1 Niveles de mantenimiento.....	20
2.3.1.1.1 Nivel 1 – Instrumental (funciones y acciones).....	21
2.3.1.1.2 Nivel 2 – Operacional (acciones mentales).....	21
2.3.1.1.3 Nivel 3 – Táctico (conjunto de acciones reales).....	21
2.3.1.1.4 Nivel 4 – Estratégico (conjunto de funciones y acciones mentales).....	21
2.3.2 Táctica de mantenimiento.....	22
2.3.2.1 Estrategias de mantenimiento.....	22
2.3.2.1.1 Fin último de Mantenimiento.....	23
2.3.3 Gestión de Activos.....	26
2.3.3.1 Estructura de un sistema de gestión de activos.....	27
2.3.4 Gestión de Mantenimiento en Zona Franca CELSIA.....	28
2.3.4.1 Indicadores de gestión.....	41
2.3.4.1.1 Cumplimiento mantenimiento preventivo.....	41
2.3.4.1.2 Cumplimiento órdenes pendientes.....	42
2.3.4.1.3 Cumplimiento avisos recibidos.....	42
2.3.4.1.4 Evaluación de órdenes de mantenimiento correctivo de emergencia.....	43
2.3.4.1.5 Comparación Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Correctivo.....	43
2.4 Conclusiones de objetivo específico 1.....	44
3 Metodología ASAF.....	45
3.1 Objetivo específico 2.....	45
3.2 Introducción de objetivo específico 2.....	45
3.3 Desarrollo del objetivo específico 2.....	45
3.3.1 ASAF - Análisis de Situación Actual y Futura.....	45
3.4 Conclusiones de objetivo específico 2.....	81

4	APLICACIÓN ASAF	82
4.1	OBJETIVO ESPECÍFICO 3	82
4.2	INTRODUCCIÓN DE OBJETIVO ESPECÍFICO 3	82
4.3	DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3	82
4.3.1	Aplicación instrumental	82
4.3.1.1	Valoración por Áreas, Tópico y Variable	83
4.3.1.2	Confrontación de sub-áreas.....	95
4.3.1.3	Variables críticas, susceptibles de mejora.....	96
4.3.1.3.1	Conocimiento de los Costos de mantenimiento (5)	96
4.3.1.3.2	Relación entre mantenimiento y producción (1)	97
4.3.1.3.3	Manejo de Inventarios (8)	98
4.3.1.3.4	Conocimiento de la Disponibilidad de equipos (4)	101
4.3.1.3.5	Percepción del mantenimiento (3)	102
4.3.1.3.6	Métodos de preparación (6)	103
4.4	Conclusiones de objetivo específico 3.....	105
5	PLAN ESTRATÉGICO DE MEJORAS	107
5.1	OBJETIVO ESPECÍFICO 4	107
5.2	INTRODUCCIÓN DE OBJETIVO ESPECÍFICO 4	107
5.3	DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 4	107
5.3.1	Orden de tópicos.....	107
5.3.2	Específicos.....	108
5.3.2.1	Costos del Mantenimiento (5).....	109
5.3.2.2	Relación entre Mantenimiento y Operación (1)	109
5.3.2.3	Manejo de Inventarios (8)	111
5.3.2.4	Conocimiento de la disponibilidad (4).....	113
5.3.2.5	Percepción del mantenimiento (3)	114
5.3.2.6	Métodos y preparación de los trabajos de Mantenimiento (6).....	115
5.3.3	Sub-áreas de interés.....	116
5.3.3.1	Plan Estratégico de mejoras	118
5.3.4	Políticas estratégicas del Plan de Mejoras	120
5.3.4.1	Mantenimiento.....	120
5.3.4.2	Inventarios.....	121
5.3.4.3	C M D	122
5.4	Conclusiones del objetivo específico 4.....	122
6	CONCLUSIONES	123
6.1	OBJETIVO ESPECÍFICO 4	123
6.2	CONCLUSIONES	123
6.3	CONCLUSIONES TÉCNICAS.....	125
6.4	CONCLUSIONES INTEGRALES FINALES	127
7	BIBLIOGRAFÍA	128

TABLA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Áreas estratégicas y de mejora potencial y de interés ASAF</i>	<i>8</i>
<i>Ilustración 2. Tópicos, Áreas y Preguntas temáticas ASAF</i>	<i>9</i>
<i>Ilustración 3. Presencia geográfica de CELSIA S.A E.S.P y tipo de planta</i>	<i>12</i>
<i>Ilustración 4. Organigrama organizacional CELSIA S.A E.S.P</i>	<i>15</i>
<i>Ilustración 5. Organigrama Organización Planta Zona Franca CELSIA S.A E.S.P.....</i>	<i>15</i>
<i>Ilustración 6. Escalas para el nivel de los objetivos de Barret, Gagñé y Bloom.....</i>	<i>16</i>
<i>Ilustración 7. Secuencia lógica de objetivos - Bloom & Gagñé</i>	<i>18</i>
<i>Ilustración 8. Enfoque integral y específico Kantiano de Mantenimiento</i>	<i>20</i>
<i>Ilustración 9. Modelo para la definición de una estrategia de mantenimiento.....</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 10. Máxima premisa en Ingeniería de Fábricas Efectividad CMD LCC.....</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 11. Enfoque Sistémico Estratégico Kantiano de Mantenimiento - Actores y Reglas.....</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 12. Elementos estructurales teleológicos: mantenimiento y operación</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 13. Estructura sistémica de gestión de activos, plan estratégico organizacional y expectativas</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 14. Planificación del sistema integrado de gestión</i>	<i>29</i>
<i>Ilustración 15. Agregación de Valor (Cadena) CELSIA</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 16. Declaración Institucional CELSIA sobre Ingeniería de mantenimiento.....</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 17. Lineamientos Mantenimiento CELSIA – Documento GMT-N-001 CELSIA.....</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 18. Caracterización del mantenimiento CELSIA - Documento GMT-C-001</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 19. Indicador cumplimiento mantenimiento preventivo</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 20. Indicador cumplimiento ordenes pendientes.....</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 21. Indicadores de cumplimiento de avisos recibidos</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 22. Indicador de órdenes de emergencia.....</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 23. Indicación comparación mantenimiento preventivo y correctivo.....</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 24. Tópicos a evaluar en la gestión y operación del mantenimiento</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 25. Tópicos y Áreas relevantes ASAF.....</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 26. Evaluación ASAF a la gestión de mantenimiento</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 27. Identificación del Instrumento de Medición.....</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 28. Muestra del resultado del Instrumento de Medición ASAF</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 29. Funcionarios CELSIA de participación en ASAF</i>	<i>83</i>
<i>Ilustración 30. Resultados entre Vínculos entre Producción y Mantenimiento.....</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 31. Resultados de percepción de las jerarquías superiores de mantenimiento</i>	<i>85</i>
<i>Ilustración 32. Resultados de Percepción del Departamento de Mantenimiento</i>	<i>86</i>
<i>Ilustración 33. Resultados de conocimiento de la disponibilidad del equipo.....</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 34. Resultados de conocimiento de los costos de mantenimiento</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 35. Resultados de métodos y preparación.....</i>	<i>89</i>
<i>Ilustración 36. Resultados de Planeación (programación y horarios de trabajo)</i>	<i>90</i>
<i>Ilustración 37. Resultados de Stock Management - Inventarios.....</i>	<i>91</i>
<i>Ilustración 38. Resultados de ¿Qué hace cada quién?</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 39. Resultados de Recursos Humanos en Mantenimiento</i>	<i>93</i>
<i>Ilustración 40. Resultados de Recursos Físicos (Materiales) en Mantenimiento</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 41. Resultados de Entrenamiento y Capacitación en Mantenimiento.....</i>	<i>95</i>
<i>Ilustración 42. Evaluación de la gestión de mantenimiento aplicando ASAF.....</i>	<i>95</i>
<i>Ilustración 43. Evaluación de la gestión de mantenimiento.....</i>	<i>96</i>
<i>Ilustración 44. Variable de costos más impactantes a mejorar</i>	<i>97</i>
<i>Ilustración 45. Variables de relación entre mantenimiento y operación más impactantes a mejorar.....</i>	<i>97</i>
<i>Ilustración 46. Elementos de Ingeniería de Fábricas.....</i>	<i>98</i>
<i>Ilustración 47. Demoras en trabajos de mantenimiento</i>	<i>99</i>
<i>Ilustración 48. Variables de inventarios más impactantes a mejorar.....</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 49. Variables de conocimiento de la disponibilidad más impactantes a mejorar.....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 50. LCC – Disponibilidad.....</i>	<i>102</i>

<i>Ilustración 51. Variables de percepción de mantenimiento más impactantes a mejorar</i>	103
<i>Ilustración 52. Variables de preparación de los trabajos del mantenimiento más impactantes a mejorar</i>	104
<i>Ilustración 53. Tópicos prioritarios para la optimización</i>	108
<i>Ilustración 54. Tópicos ordenados a trabajar en mejoras</i>	108
<i>Ilustración 55. Sub-Áreas relevantes de Costos (5)</i>	109
<i>Ilustración 56. Variables a mejorar en Costos (5)</i>	109
<i>Ilustración 57. Sub-Áreas relevantes de relación entre Operación y Mantenimiento (1)</i>	110
<i>Ilustración 58. Relaciones indirectas entre mantenimiento y operación</i>	110
<i>Ilustración 59. Variables a mejorar en Relación entre Operación y Mantenimiento (1)</i>	111
<i>Ilustración 60. Sub-Áreas relevantes de Manejo de Inventarios (8)</i>	112
<i>Ilustración 61. Variables a mejorar en Inventarios (8)</i>	112
<i>Ilustración 62. Sub-Áreas relevantes de Conocimiento de Disponibilidad (4)</i>	113
<i>Ilustración 63. Variables a mejorar en Conocimiento de la Disponibilidad (4)</i>	113
<i>Ilustración 64. Sub-Áreas relevantes de Percepción de Mantenimiento (3)</i>	114
<i>Ilustración 65. Variables a mejorar en Percepción de Mantenimiento (3)</i>	114
<i>Ilustración 66. Sub-Áreas relevantes de Métodos y Preparación de Mantenimiento (6)</i>	115
<i>Ilustración 67. Variables a mejorar en Métodos y preparación de trabajos (6)</i>	116
<i>Ilustración 68. Variables totales jerarquizadas a mejorar en los seis tópicos de optimización</i>	117
<i>Ilustración 69. Plan Estratégico y las variables a mejorar que la componen</i>	118
<i>Ilustración 70. Variables relevantes a mejorar en secuencia temporal Plan Estratégico</i>	119
<i>Ilustración 71. Políticas estratégicas del Plan de Mejoramiento</i>	120
<i>Ilustración 72. Estrategias y variables de Mantenimiento puro</i>	121
<i>Ilustración 73. Estrategias y variables de Inventarios</i>	121
<i>Ilustración 74. Estrategias y variables de C M D</i>	122

1 PRÓLOGO

1.1 INTRODUCCIÓN

Las empresas modernas deben buscar de forma constante la optimización en todos sus niveles organizacionales, de no ser así están destinadas a quedar relegadas en el mercado. Ningún sector productivo se escapa de esta tendencia, la investigación por ser más eficientes y eficaces, se ha convertido en un componente básico de la filosofía de las compañías.

Las compañías están obligadas a implementar metodologías para determinar la situación actual de los procesos; realizan una introspección, haciendo un análisis de las variables internas que generan: sobrecostos, reprocesos, ineficiencias, debilidades, áreas o puntos a optimizar o mejorar.

El conocer la situación actual del proceso, regularmente se hace al compararse respecto a un estándar¹, una calificación o con otras empresas del sector (*benchmarking*). De esta forma, se determina la brecha que tiene este y las áreas o tópicos que necesitan mejorar. Este tipo de evaluaciones, tiene la ventaja que permite priorizar en los tópicos que cuentan con una calificación menos favorable o en aquellos que tienen mayor impacto, en la consecución de los objetivos de la organización. También puede ser en una combinación de estos, baja calificación con un alto impacto en la organización.

En Colombia, las grandes empresas dedican en promedio el 23% y las medianas² el 29% de su presupuesto anual al área de mantenimiento (Asociación Colombiana de Ingenieros - ACIEM, 2008), estos son porcentajes muy significativos en los gastos de las compañías. Debido a ello, el rol que juega el área de mantenimiento en la empresa es vital, con una alta influencia en la consecución de los objetivos de la organización, al igual permite convertir a la gestión del

¹ Estándar: que sirve como modelo, patrón o referencia.

² Se considera empresa grande aquella en la cual sus activos totales sean superiores a \$ 13.845.000.000 COP y mediana, aquella en la cual sus activos totales sean superiores a 23.307.500.00 de pesos colombianos e inferiores a 13.845.000.000 COP

mantenimiento en uno de los procesos fundamentales para alcanzar el propósito u objetivo macro de la compañía y por ende el éxito de esta.

El presente trabajo, expresa en su documento la realización en pleno de una evaluación técnica de la gestión del mantenimiento en la compañía Zona Franca Celsia S.A E.S.P, dentro de la gerencia de generación térmica del grupo de Colombia. Esta es una compañía de servicios públicos enfocada en la generación y distribución de energía eléctrica. Actualmente cuenta con una capacidad instalada de 2.332 MW, compuesto por 23 centrales situadas en Colombia, Panamá y Costa Rica (CELSIA S.A. E.S.P, 2015).

La evaluación se realiza bajo el diagnóstico técnico ASAF (Análisis de la Situación Actual y Futura) (Ruiz, 2015), a partir de la percepción, la experiencia, los conocimientos y la experticia de personas con amplia trayectoria en la gestión del mantenimiento; en las cuales se evalúan miembros de la Ingeniería de Fábricas de Zona Franca Celsia, en tres áreas de la organización: operación, mantenimiento y dirección (donde reportan ambas). Se evalúan 12 áreas trascendentales para la gestión y operación del mantenimiento.

Ilustración 1. Áreas estratégicas y de mejora potencial y de interés ASAF

No.	Concepto	% Real G	por mejorar %	% Real M	por mejorar %
1	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mtto.)	63.24%	36.76%	71.32%	28.68%
2	Percepción de las jerarquías superiores de Mtto.	70.16%	29.84%	69.35%	30.65%
3	Percepción del mantenimiento	83.65%	16.35%	80.77%	19.23%
4	Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	70.45%	29.55%	73.86%	26.14%
5	Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	56.25%	43.75%	57.50%	42.50%
6	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	65.53%	34.47%	64.77%	35.23%
7	Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.	68.48%	31.52%	69.57%	30.43%
8	Manejo de inventarios.	50.45%	49.55%	47.32%	52.68%
9	Qué es lo que cada quién hace..... en mantenimiento?	64.66%	35.34%	73.28%	26.72%
10	Recursos Humanos de Mantenimiento.	81.62%	18.38%	80.88%	19.12%
11	Recursos Materiales de Mantenimiento.	67.59%	32.41%	69.44%	30.56%
12	Entrenamiento	65.28%	34.72%	41.67%	58.33%

(Mora, Mantenimiento Planeación, ejecución y control, 2012)

La metodología permite detectar los tópicos y áreas susceptibles de mantenimiento. A su vez cada una de las doce secciones se subdivide en áreas de interés especial de ese tópico, y cada una de ellas tiene diferentes preguntas alusivas a la sección y al área temática.

Ilustración 2. Tópicos, Áreas y Preguntas temáticas ASAF

Tópico 1	VINCULOS ENTRE PRODUCCION Y	Tópico 6	Métodos y Preparación de los Trabajos
	1(a) Comunicación y Relaciones		6(e) Mantenimiento Preventivo
	1(b) Método de Intervención		6(f) Piezas de Repuesto
	1(c) Percepción del Mantenimiento Preventivo		6(g) Documentación Técnica
	1(d) Percepción de la Función de Mantenimiento	Tópico 7	Planeación - Programación y Horarios de Trabajo
Tópico 2	Percepción de las Jerarquías Superiores de		7(a) Programación del Trabajo
	2(a) Posición de la Estructura del Mantenimiento		7(b) Programación de Trabajo y ejecución
	2(b) Posición de la Mano de Obra del	Tópico 8	Manejo de Inventarios
	2(c) Opinión de Mantenimiento		8(a) Catálogo de Partes y Repuestos
	2(d) Importancia dado el Significado Financiero		8(b) Registro de retiro y destinación de las piezas de
Tópico 3	Percepción del Departamento de		8(c) Listas de piezas de recambio
	3(a) Importancia dada a la Organización		8(d) Dirección de Piezas de recambio
	3(b) Importancia dada a la entrada de datos y al	Tópico 9	¿Qué hace cada Quién?
	3(c) Mantenimiento Preventivo		9(a) Mantenimiento
Tópico 4	Conocimiento de la Disponibilidad de		9(b) Seguridad
	4(a) Registros Historicos	Tópico 10	Recursos Humanos - Mantenimiento
	4(b) Análisis de los datos y de las informaciones		10(a) Proporciones de mano de obra
Tópico 5	Conocimiento de los Costos de		10(b) Mano de obra de Mantenimiento
	5(a) Datos históricos referentes a costos de		10(c) Proporción programada de trabajo / mano de obra
	5(b) Análisis del sistema actual		10(d) Motivación y productividad del personal
Tópico 6	Métodos y Preparación de los Trabajos	Tópico 11	Recursos de Materiales
	6(a) Preparación del Trabajo		11(a) Documentación Técnica
	6(b) Historia cronológica de los intervenciones		11(b) Instrumentos y Equipos
	6(c) Análisis de los sistemas actuales		11(c) Infraestructura
	6(d) Trabajos de la mejora	Tópico 12	ENTRENAMIENTO
	6(e) Mantenimiento Preventivo		12(a) Importancia del entrenamiento

(Vallejo & Mora Gutiérrez, 2004) (Mora, Inventarios Casos reales, 2014)

Con la información recolectada de las diferentes áreas y mediante el análisis estratégico de la situación futura y actual de la gestión de la operación y del mantenimiento, se emite un Plan Estratégico de mejoras de mediano y largo plazo; con las recomendaciones y las acciones pertinentes para disminuir la brecha entre la medición realizada y la calificación máxima posible (estándar), siempre en aras de maximizar la efectividad del mantenimiento.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En CELSIA, los activos³ físicos tienen un papel esencial en el cumplimiento de los objetivos corporativos, por ende la gestión de activos, es importante para la organización, dada su dependencia de la función y desempeño de los activos físicos para el suministro del servicio que ofrece la compañía como son: la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. El éxito de la organización depende significativamente de una buena gestión de los activos (British Statandars Institute, 2009).

Al cierre de diciembre del 2014, CELSIA tiene ingresos operacionales por COP 2.6 billones de pesos. De esta cifra, la generación, comercialización, distribución y transmisión de energía eléctrica constituye el 95.9% (servicios prestados por los activos físicos), el restante 4.1% corresponde a la comercialización de gas natural y capacidad de transporte y otros servicios operacionales (CELSIA S.A. E.S.P, 2015). Se observa lo trascendental que son los activos físicos para la organización. Obtener los ingresos operacionales que se tienen como meta institucional, depende de una gestión de activos eficiente y eficaz.

El área que tiene una mayor influencia en los activos físicos, es el área de gestión del mantenimiento. Obtener los mejores indicadores de rendimientos, disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad⁴ de los activos físicos, depende de una manera importante del correcto mantenimiento de estos. El mantenimiento es asegurar que los activos físicos continúen prestando el servicio para lo cual fueron diseñados. Visto desde el punto de vista del usuario sería: haciendo lo que los usuarios quieren que haga (Moubray, 2004).

La gestión del mantenimiento tiene otras implicaciones dentro de la compañía como son: las primas de seguro para los activos físicos⁵, gestión ambiental, cumplimiento de la normatividad estatal e internacional, gestión de inventarios, gestión humana, gestión financiera, entre otras.

³ Activo: Plantas, maquinaria, propiedades, edificios, vehículos, y otros elementos que tengan un valor específico para la organización (British Statandars Institute, 2009).

⁴ Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad son los indicadores por excelencia para la evaluación y análisis del mantenimiento (Mora, Mantenimiento Planeación, ejecución y control, 2012).

⁵ Disminución de las primas de seguro de acuerdo a un correcto mantenimiento de los activos físicos.

Adicionalmente es uno de los procesos de la compañía que maneja los presupuestos más altos de la organización, el área de mantenimiento para la central Zona Franca CELSIA tiene asignado un presupuesto para el año 2015 64,87% respecto al total, el área de gestión de recursos y mantenimiento locativo (incluye pintura) 22,2% y operaciones 12,92% ambos respecto al total.

Al utilizar la metodología expuesta en la INTRODUCCIÓN, se busca priorizar las acciones de mejora, buscando concentrarse primeramente en planes de acción que tendrán un mayor impacto global sobre los resultados de la gestión del mantenimiento y posteriormente avanzar en aquellos con menor nivel de prioridad en las acciones de mejora.

La implementación de la evaluación técnica de mantenimiento mediante la metodología ASAF mejorará y optimizará la gestión del mantenimiento, área de vital importancia para la organización, por qué repercute directamente a los objetivos corporativos e implícitamente a la estrategia mayor de la organización, por las implicaciones que tiene en los demás procesos de la compañía.

1.3 ANTECEDENTES

El grupo empresarial pertenece al Holding ARGOS de Colombia con presencia en varios sectores de la economía: puertos, banca, cementos, energía, entre otros.

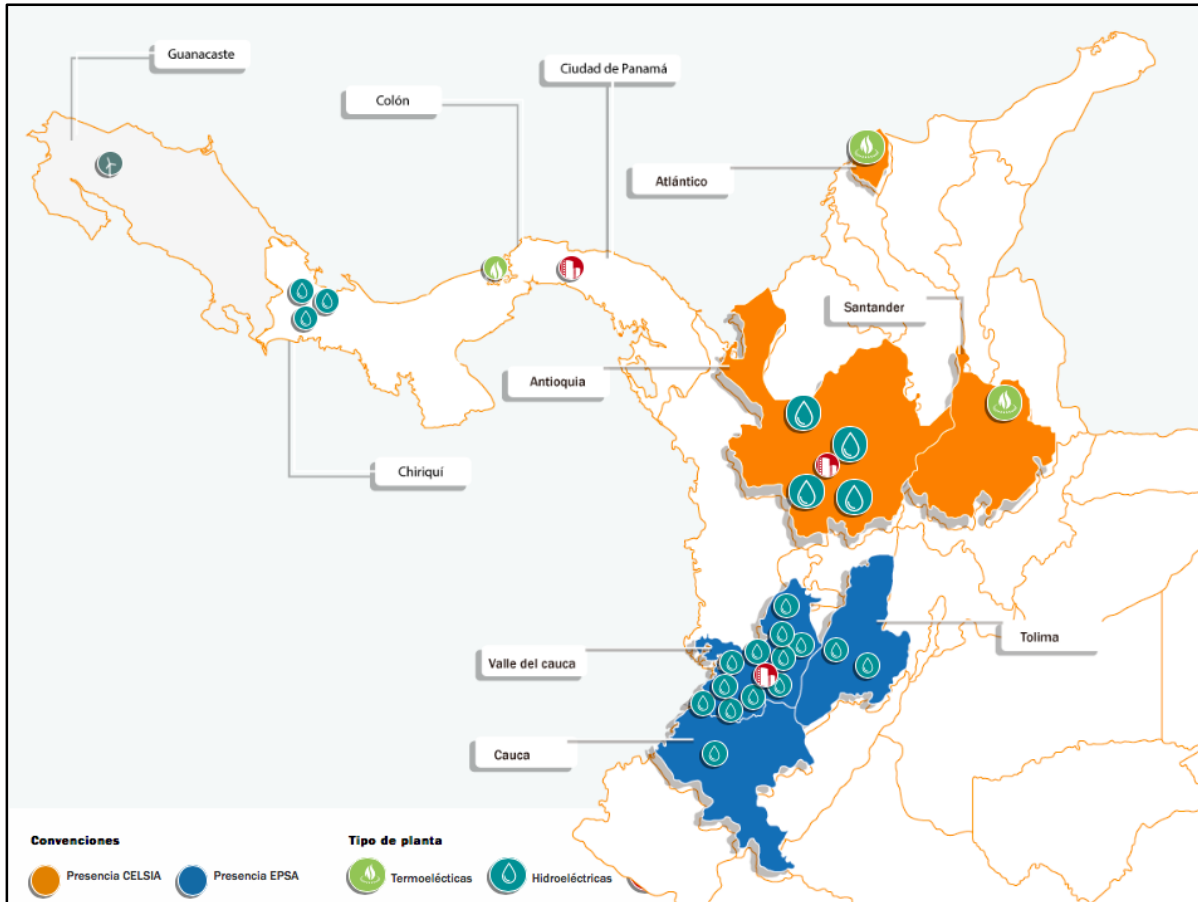
A continuación se amplía el campo energético, donde se ubica CELSIA.

1.3.1 Energía en acción.

CELSIA es una compañía de servicios públicos enfocada en la generación y distribución de energía eléctrica. Actualmente cuenta con una capacidad instalada de 2.332 MW, compuesto por 23 centrales situadas en Colombia, Panamá y Costa Rica.

La capacidad instalada se encuentra discriminada (de acuerdo a la tecnología de generación) de la siguiente forma: 49,8 % proviene de fuentes hídricas, 48.04 % de fuentes térmicas y 2.1% de fuentes eólicas (CELSIA S.A. E.S.P, 2015).

Ilustración 3. Presencia geográfica de CELSIA S.A E.S.P y tipo de planta



(CELSIA S.A. E.S.P, 2015).

1.3.2 Generación Térmica en Colombia.

CELSIA cuenta una capacidad instalada 779 MW de generación térmica en Colombia, equivalente a un 33,4% del total de capacidad instalada de la empresa.

Las plantas de generación térmica de CELSIA son:

1.3.2.1 Zona Franca CELSIA.

Es una Planta de generación térmica de 610 MW de capacidad, compuesta por dos ciclos combinados⁶ Flores I y Flores 4, con capacidad de 160 MW y 450 MW respectivamente, la planta se encuentra ubicada en la ciudad de Barranquilla.

Allí en Barranquilla se tiene también:

- **Ciclo Combinado Flores 1:** Configuración 1 x 1⁷, compuesto por una turbina de gas Siemens 501D5 operando bajo ciclo Brayton⁸ de 120 MW, ésta tiene dos sistemas de aumento de potencia, enfriador evaporativo y compresión húmeda. El ciclo Rankine⁹ opera con una caldera de recuperación de dos niveles de presión, alta (1200 psi) y baja (150 psi) y una turbina de vapor Mitsubishi de 40 MW.
- **Ciclo Combinado Flores 4:** Configuración 2 x 1¹⁰, compuesto por dos turbinas de gas, una Siemens 501D5 de 120 MW y una Siemens 501FC+ de 170 MW, ambas con dos sistemas de aumento de potencia, enfriador evaporativo y compresión húmeda. El ciclo Rankine opera con dos calderas de recuperación de calor de 3 niveles de presión: alta (120 bar), media (35 bar) y baja presión (10 bar) y una turbina de vapor Siemens de 170 MW, de tres niveles de presión.

La evaluación técnica de la gestión de mantenimiento que se desarrolla en el presente documento, se concentra en la planta térmica Zona Franca Celsia.

1.3.2.2 Meriléctrica.

⁶ Es la combinación del ciclo Brayton que está compuesto por una turbina de combustión, los gases de escape de esta alimentan (aporte de calor) a un ciclo Rankine compuesto por una caldera, turbina de vapor, bomba y condensador, el ciclo combinado tiene una mayor eficiencia que los ciclos individuales (A. Çengel & Boles, 2006).

⁷ Configuración 1 X 1 hace referencia a la operación de una turbina de combustión y una turbina de vapor en un ciclo combinado.

⁸ Es el ciclo termodinámico utilizado en las turbinas de gas cuando el proceso de compresión y expansión tienen lugar en máquinas rotativas (A. Çengel & Boles, 2006)

⁹ Ciclo termodinámico derivado del ciclo de Carnot, en el cual se sobrecalienta agua y se condensa en un condensador para eliminar los eventos imprácticos del ciclo de Carnot. Es el ciclo ideal de vapor en las centrales eléctricas (A. Çengel & Boles, 2006).

¹⁰ Configuración 2 x 1 hace referencia a la operación de dos turbinas de gas y una turbina de vapor.

Planta de generación térmica con 169 MM de capacidad, compuesta por un ciclo simple Brayton la cual opera con una turbina de combustión Siemens W501FD2+, ubicada en la ciudad de Barrancabermeja.

1.3.3 Estructura Organizacional.

La organización cuenta con una estructura organizacional matricial, en cuya dirección está el presidente de la compañía, se subdivide en 6 vicepresidencias, estas a su vez se subdividen en gerencias, directores y jefes.

Dentro de la organización, las plantas de generación térmica se encuentran en orden jerárquico dentro de la vicepresidencia de generación; dirigida por la gerencia de generación térmica.

La gerencia de generación térmica se encuentra compuesta por la dirección de mantenimiento, operación y jefatura de gestión de recursos.

La planta Merilétrica difiere del modelo anterior, debido a su tamaño, no tiene las jefaturas de mantenimiento y operación en la planta, sino tiene un jefe de planta, que se encarga de coordinar ambas áreas.

Los directores de mantenimiento y operación son corporativos¹¹ para las centrales térmicas de Colombia.

¹¹ Las jefaturas de operación y mantenimiento son las mismas para todas las plantas térmicas de Colombia.

Ilustración 4. Organigrama organizacional CELSIA S.A E.S.P

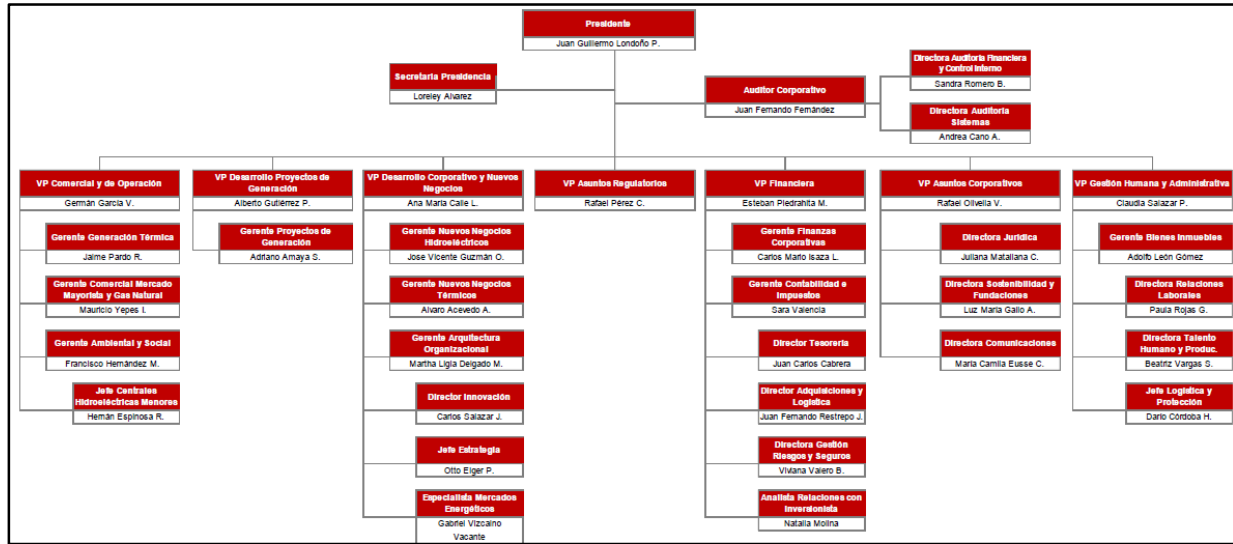
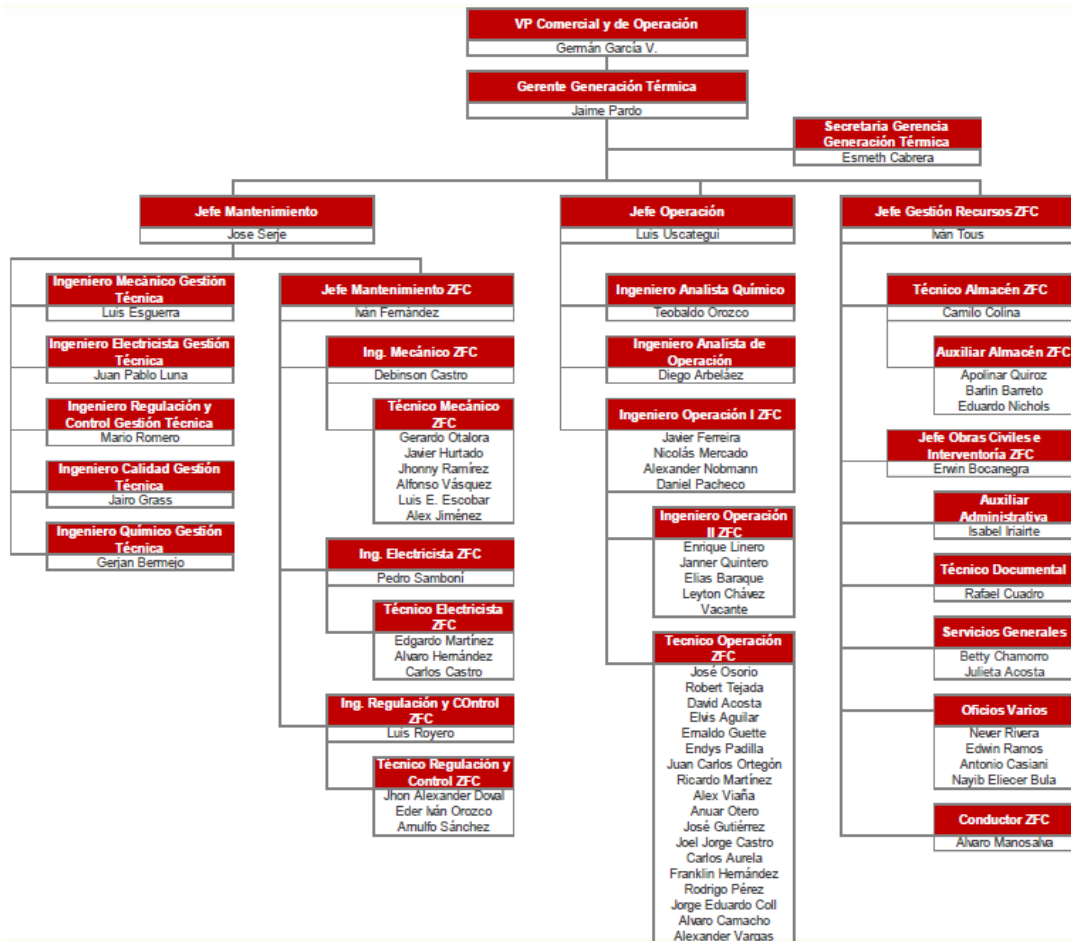


Ilustración 5. Organigrama Organización Planta Zona Franca CELSIA S.A E.S.P



Las dos figuras anteriores las encuentra en original al dar doble clic izquierdo en el siguiente icono.



Documento Adobe Acrobat

1.4 Objetivos del Proyecto

Los objetivos se construyen con base en la taxonomía de objetivos establecida por Benjamín Bloom y sus colaboradores, esta establece que el aprendizaje a niveles superiores, depende del conocimiento y habilidades adquiridos en niveles inferiores. (Barret&Bloom@, 2012)

En la dimensión cognitivo, que es la habilidad para obtener conocimiento y comprender cualquier tema, se establecen 6 niveles, en orden de menor a mayor complejidad estos son: comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación (Nerici, 1973).

Ilustración 6. Escalas para el nivel de los objetivos de Barret, Gagñé y Bloom

OBJETIVOS DE UN PROYECTO ACADÉMICO, APRENDIZAJE O DE INVESTIGACIÓN					
Bloom & Gagñé					
Según el nivel de los objetivos que se quieran alcanzar en un proyecto de Seminarios, Entrenamiento, Doctorado, Magister o Especialización se deben emplear los verbos más adecuados					
VERBOS QUE SE PUEDEN UTILIZAR					
Metodología Internacional de Aprehendizaje y Aprendizaje de Barret Bloom Gagñé					
Niveles posibles de los objetivos de Inventarios y pronósticos para el logro del objetivo y del aprendizaje o entrenamiento					
					Doctorado (Ph.D) - 128 horas
				Magister Profesionalizante o de Aplicación (Nueva Ley Educativa) (Maestría) - 64 horas	6
			Especialización (Postgrado especializado) - 32 horas	5	JUZGAR
		Pregado - 16 horas	4	5	
	Tecnología	3	4	5	
Bachillerato	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	
CONOCER	COMPRENDER	APLICAR	ANALIZAR	SINTETIZAR	Juzgar Evaluar Clasificar Estimar Seleccionar Valorar Calificar Escoger Medir
Definir Repetir Registrar Memorizar Nombrar Relatar Subrayar Identificar	Interpretar Traducir Reafirmar Describir Reconocer Explicar Expresar, Revisar Ubicar, Informar	Aplicar Emplear Utilizar Demostrar Practicar Ilustrar Operar, Dibujar Programar, Esbozar	Distinguir, Analizar Diferenciar Calcular, Probar Experimentar Comparar, Criticar Diagramar, Debatir Inspeccionar, Catalogar	Planear, Proponer Diseñar Formular Reunir Construir, Crear Establecer Organizar Dirigir, Preparar	
					1. Evaluar la eficiencia de la reacción de...
					2. Seleccionar el proceso para.....
					3. Medir la velocidad de reacción del.....
					4. Clasificar compuestos según.....
Ejemplos:					
1. Memorizar los Productos de.....	1. Decir lo que ocurre cuando reaccionan.....	1. Usar el eudiometro para medir.....	1. Calcular el coeficiente de partición de.....	1. Diseñar un experimento para.....	1. Diseñar un experimento para.....
2. Nombrar los elementos de la Tabla Periódica.....	2. Reconocer las propiedades de.....	2. Demostrar que la reacción es de primer orden.....	2. Comparar los productos de solubilidad de.....	2. Establecer las condiciones de equilibrio.....	2. Establecer las condiciones de equilibrio.....
3. Definir punto Azeotrópico.....	3. Explicar la diferencia entre.....	3. Dibujar la curva de equilibrio para.....	3. Analizar la reacción de hidrólisis del.....	3. Construir el equipo para.....	3. Medir la velocidad de reacción del.....
4. Nombrar los equipos que se usan en el experimento.....	4. Interpretar el diagrama de fases.....	4. Utilizar el polarometro para.....	4. Diferenciar varios de-tergentes según.....	4. Proponer reacciones para la síntesis de.....	4. Clasificar compuestos según.....

(Barret&Bloom@, 2012)

Las dos figuras anteriores las encuentra en original al dar doble clic izquierdo en el siguiente icono.



Taxonomía de los
Objetivos - Verbo Blo

1.5 Objetivos

Los lineamientos con los cuales se guía el proyecto, se desglosa en los siguientes objetivos.

1.5.1 General

Desarrollar estrategias de mejora en mantenimiento en la empresa Zona Franca Celsia de Barranquilla, a partir del diagnóstico técnico ASAF - Análisis de Situación Actual y Futura.

1.5.2 Objetivos específicos.

1.5.2.1 Uno - Fundamentos

Fundamentar los conceptos básicos del mantenimiento y cómo es gestionado en la planta térmica Zona Franca CELSIA S.A. E.S.P¹². - Nivel 1- Conocer Escala de Bloom & Gagñé.

1.5.2.2 Dos - Metodología ASAF

Describir la metodología ASAF sus áreas, variables e implicaciones en mantenimiento. Nivel 2- Comprender - Escala de Bloom & Gagñé.

¹² De este sección en adelante, cuando se escriba CELSIA se hará referencia a Zona Franca Celsia S.A.E.S.P

1.5.2.3 Tres - Aplicación ASAF

Aplicar la metodología ASAF en las áreas de ingeniería de fábricas de la planta CELSIA. - Nivel 3 - Aplicar – Escala de Bloom & Gagñé.

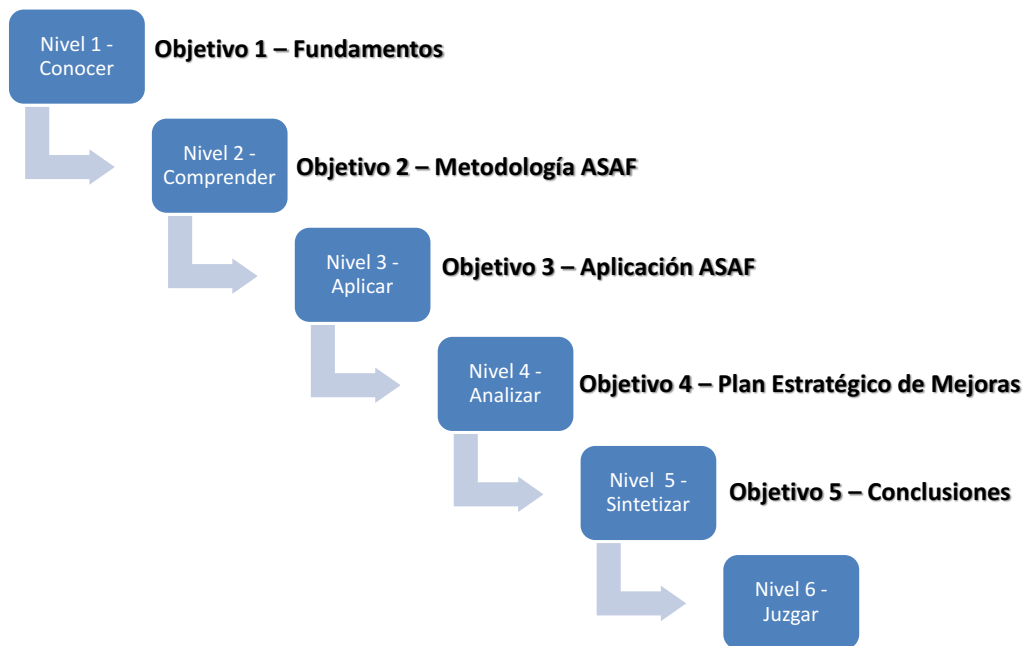
1.5.2.4 Cuatro – Plan Estratégico de Mejoras

Describir un Plan estratégico secuencial de las acciones de mejoras de mantenimiento, derivadas de la metodología ASAF. - Nivel 4 - Analizar – Escala de Bloom & Gagñé.

1.5.2.5 Cinco - Conclusiones.

Presentar las primordiales conclusiones de la evaluación técnica ASAF de la gestión de mantenimiento en CELSIA Barranquilla - Colombia.

Ilustración 7. Secuencia lógica de objetivos - Bloom & Gagñé



(Nerici, 1973)

2 FUNDAMENTOS

2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Fundamentar los conceptos básicos del mantenimiento y como es gestionado en la planta térmica CELSIA S.A. E.S.P. - Nivel 1- Conocer Escala de Bloom & Gagñé.

2.2 INTRODUCCIÓN DE OBJETIVO ESPECÍFICO 1

En el desarrollo del presente capítulo se exponen los conceptos básicos del mantenimiento, la gestión y operación del mantenimiento, requerido para entender los resultados del análisis actual y futuro, ASAF y junto a ellos también se describe las pautas básicas de la gestión de activos. Lo anterior sirve de base para el desarrollo del proyecto y el mejor entendimiento de este, por parte de los lectores y analistas del mantenimiento estratégico basado en el estudio aplicado ASAF a la planta Zona Franca Celsia Barranquilla.

Finalmente se muestra de una forma sintética y brevemente detallada, como se lleva a cabo la gestión y la operación del mantenimiento en la planta térmica Zona Franca CELSIA.

2.3 DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1

El proyecto comprende plenamente las diferentes etapas, en que se subdivide para su realización y comprensión: fundamentos de mantenimientos bases del ASAF, aplicación del mismo y por último la generación de un Plan de mejoras de mantenimiento derivados del ASAF, las cuales final se presentan como conclusiones.

2.3.1 Mantenimiento

El mantenimiento es el sustantivo correspondiente al verbo mantener. La función principal del mantenimiento es garantizar la máxima disponibilidad cuando lo requiera el cliente o usuario. Con la máxima confiabilidad y fiabilidad, durante el tiempo solicitado para operar. Con las velocidades requeridas, en las condiciones técnicas y tecnológicas exigidas previamente por el demandante, para producir bienes o servicios que satisfagan sus necesidades, deseos o

requerimientos. Con los niveles de calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno al menor costo posible. Y con los mayores índices de productividad y competitividad posibles para optimizar su rentabilidad. (Mora, Mantenimiento Planeación, ejecución y control, 2012).

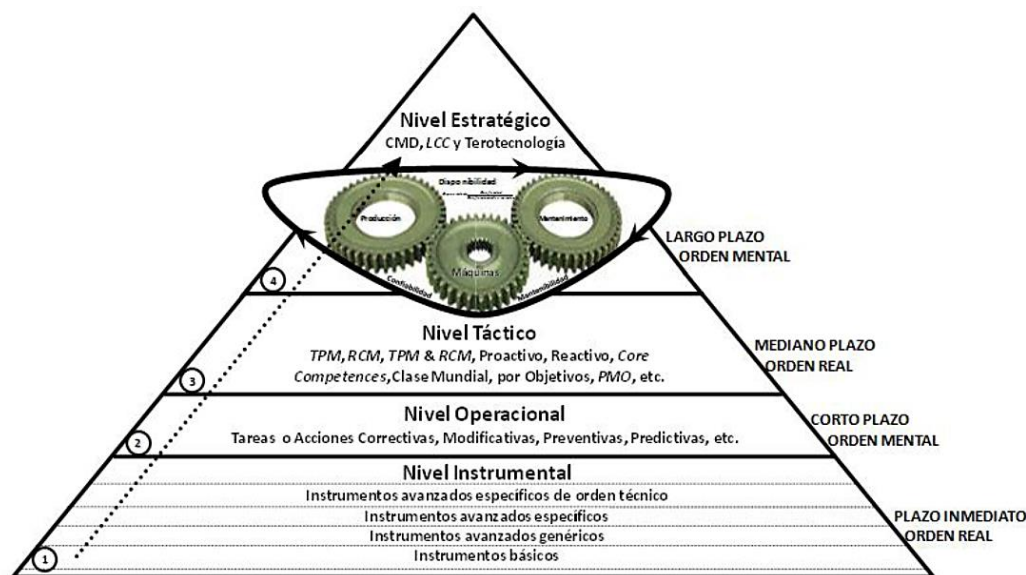
La anterior es de las definiciones más completas que se tiene del mantenimiento, relacionado los conceptos de disponibilidad, mantenibilidad, disponibilidad, tecnología, cliente, calidad, costo entre otros, integra de manera adecuada todas las funciones que tiene el área de mantenimiento, que a lo largo del tiempo se han venido multiplicando. El mantenimiento ya no se basa únicamente en la reparación de elementos (visión en 1950) y sino que va hasta la mezcla de metodologías avanzadas y sistemas de gestión propios (actual).

En las últimas décadas, el mantenimiento ha cobrado gran importancia debido a que las exigencias de calidad en la industria son cada vez mayores y al hecho de que las empresas deben ser más competitivas.

2.3.1.1 Niveles de mantenimiento

A partir del enfoque Kantiano el mantenimiento es apto para estructurar y por tanto es categorizado en 4 niveles como se muestra a continuación:

Ilustración 8. Enfoque integral y específico Kantiano de Mantenimiento



(Mora, Mantenimiento Planeación, ejecución y control, 2012)

2.3.1.1.1 Nivel 1 – Instrumental (funciones y acciones)

Este primer nivel abarca todos aquellos elementos físicos e intangibles que emplean los colaboradores de una empresa para realizar actividades concretas de mantenimiento sobre elementos o máquinas. Comprende todos los elementos necesarios para que exista un sistema de gestión y operación de mantenimiento en una empresa, tales elementos son: herramientas, repuestos, maquinas, catálogos de máquinas, registros, codificación, inventario, análisis de fallas, las 5S, el mejoramiento continuo, pronósticos, trabajadores, personas, entrenamiento y programa de capacitaciones, entre otros (Vallejo & Mora Gutiérrez, 2004) (Mora, Inventarios Casos reales, 2014).

2.3.1.1.2 Nivel 2 – Operacional (acciones mentales)

El nivel operacional es desarrollado a corto plazo y abarca todas aquellas actividades planeadas y/o programadas para realizar en el mantenimiento de equipos, tales como las acciones correctivas, preventivas, predictivas y modificativas. Es importante tener en cuenta las necesidades de los demandantes a la hora de programar dichas actividades. (Mora, Mantenimiento Planeación, ejecución y control, 2012)

2.3.1.1.3 Nivel 3 – Táctico (conjunto de acciones reales)

Este nivel es desarrollado a mediano plazo y comprenden las actividades de mantenimiento que se aplican a un equipo, basadas en reglas y normas específicas. En este nivel aparecen diferentes metodologías de mantenimiento como: *TPM*, *RCM*, el *TPM* y el *RCM* combinados, *PMO*, reactiva, proactiva, clase mundial y *RCM* Scorecard, entre otros.

2.3.1.1.4 Nivel 4 – Estratégico (conjunto de funciones y acciones mentales)

Es el último nivel, el cual es alcanzado a largo plazo. Es la guía que permite alcanzar el estado de éxito propuesto y deseado. Este nivel implica establecer índices, rendimientos e indicadores y contempla las metodologías desarrolladas para evaluar el grado de éxito alcanzado con las tácticas desarrolladas. Un ejemplo de estas metodologías son: *LCC*, el *CMD*, los costos, la terotecnología, etc.

2.3.2 Táctica de mantenimiento

Son aquellas actividades de gestión y operación, que organizadas en forma de secuencia lógica, con normas, que permiten determinar los objetivos asignados por el área de mantenimiento en una empresa, con el fin de alcanzar el nivel IV de las estrategias definidas como los métodos de gestión y operación. La táctica es la gestión, no es la estrategia la gestión del mantenimiento, que se utilizan para alcanzar dichas metas u objetivos, y las responsabilidades en la gestión.

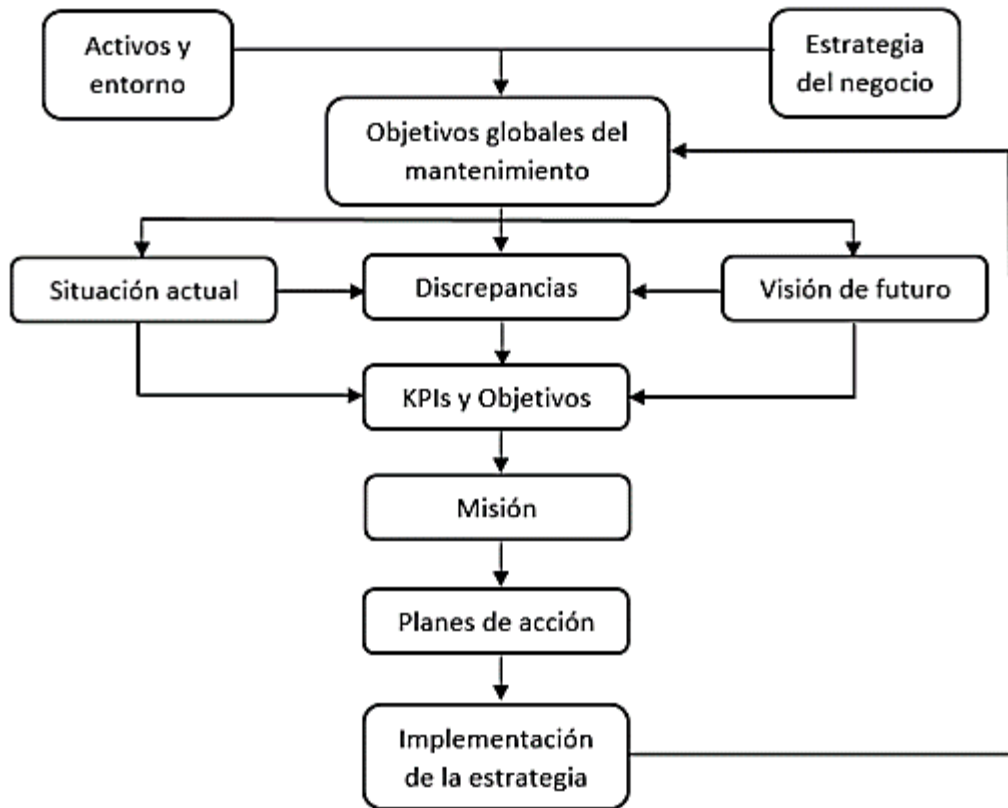
Lo anterior permite luego, en el día a día, implementar estas estrategias: planificando, programando y controlando la ejecución del mantenimiento para su realización y mejora, teniendo en cuenta los aspectos económicos relevantes para la organización.

2.3.2.1 Estrategias de mantenimiento

El proceso de definición de una estrategia para mantenimiento puede describirse utilizando métodos estándar bien conocidos de planificación estratégica que normalmente incluyen:

- Obtención, partiendo de los objetivos corporativos del negocio, los objetivos y políticas de mantenimiento al más alto nivel. Estos objetivos pueden incluir valores estimados y realistas para la Disponibilidad, fiabilidad seguridad, riesgo, presupuesto de mantenimiento, etc. A su vez, estos objetivos deben ser comunicados a todo el personal que está involucrado en mantenimiento, incluyendo terceras personas.
- Determinación del desempeño o rendimiento actual de las instalaciones productivas.
- Determinación de los medidores claves a considerar para la evaluación del rendimiento de las instalaciones (Key Performance Indicators –KPIs).
- Establecimiento de una serie de principios que conducen a la implementación de la estrategia, y que condicionan la posterior planificación, ejecución, evaluación, control y análisis para la mejora continua de las actividades de mantenimiento (Márquez, 2012).

Ilustración 9. Modelo para la definición de una estrategia de mantenimiento



(Márquez, 2012)

La parte estratégica de mantenimiento se define al evaluar los tres parámetros básicos del mismo. Entre ellos están Mantenibilidad (relación entre Mantenimiento y Máquinas), Confiabilidad (relación entre Máquinas y Operación) y Disponibilidad, relación entre Confiabilidad y Mantenibilidad.

2.3.2.1.1 Fin último de Mantenimiento

Garantizar la funcionalidad de los equipos, con la máxima efectividad, cuando¹³ estos sean requeridos, operando con la máxima confiabilidad mantenibilidad y disponibilidad CMD¹⁴, durante el tiempo solicitado para funcionar, al menor costo posible y con los mayores índices de productividad, rentabilidad, competitividad y calidad factibles.

¹³ O sea en el siempre, en el corto, en el mediano y en el largo plazo.

¹⁴ CMD Confiabilidad – Mantenibilidad - Disponibilidad

Este fin último define taxativamente el estado futuro que se desea alcanzar y se declara públicamente que no se quiere bajo ninguna circunstancia la ocurrencia del estado contrario, no deseado.

Este estado máximo de efectividad se logra al alcanzar los máximos niveles de Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad que el negocio requiere, al mínimo costo posible, con la máxima rentabilidad, para alcanzar ello se maximiza, a través de la máxima regla que rige a nivel mundial el mantenimiento, la cual es Efectividad, que es el juicio magno y supremo de la estimación estratégica de mantenimiento, el cual se establece así:

Ilustración 10. Máxima premisa en Ingeniería de Fábricas Efectividad CMD LCC

Efectividad de la máquina o elemento = *Confiabilidad * Mantenibilidad * Disponibilidad * Capacidad utilizada*

$$\text{Efectividad del sistema} = \frac{\text{Efectividad de la Máquina o del elemento}}{LCC} = \frac{C * M * D * K}{LCC}$$

donde *LCC=Life Cycle Cost* y *K = Capacidad utilizada*

Las reglas de juego exigidas por la Teleología obligan a que los actores de un sistema se declaren pública y formalmente, antes de abordar el estudio futuro de algo, en el caso particular, se fundamenta el mantenimiento, en el enfoque sistémico estratégico Kantiano, donde reconoce que en todo sistema exige tres elementos fundamentales y estratégicos que son: Personas - Artefactos - Entorno.

Al aplicar este concepto sistémico y estratégico, en mantenimiento y operación, la OIT¹⁵ da las bases para ello, en cuanto a la definición de las tareas básicas de la Ingeniería las enuncia como:

Mantener y/o Reparar y/o Construir artefactos, máquinas, o elementos u objetos propios de cada Ingeniería; por otro lado las funciones básicas de Operación son transportar y/o transformar y/o almacenar materias primas¹⁶, energía o información.

¹⁵ OIT en el CUIO las define en su Grupo de Oficios # 2145 en la página 65.

¹⁶ O insumos, productos terminados o en proceso.

Ilustración 11. Enfoque Sistémico Estratégico Kantiano de Mantenimiento - Actores y Reglas

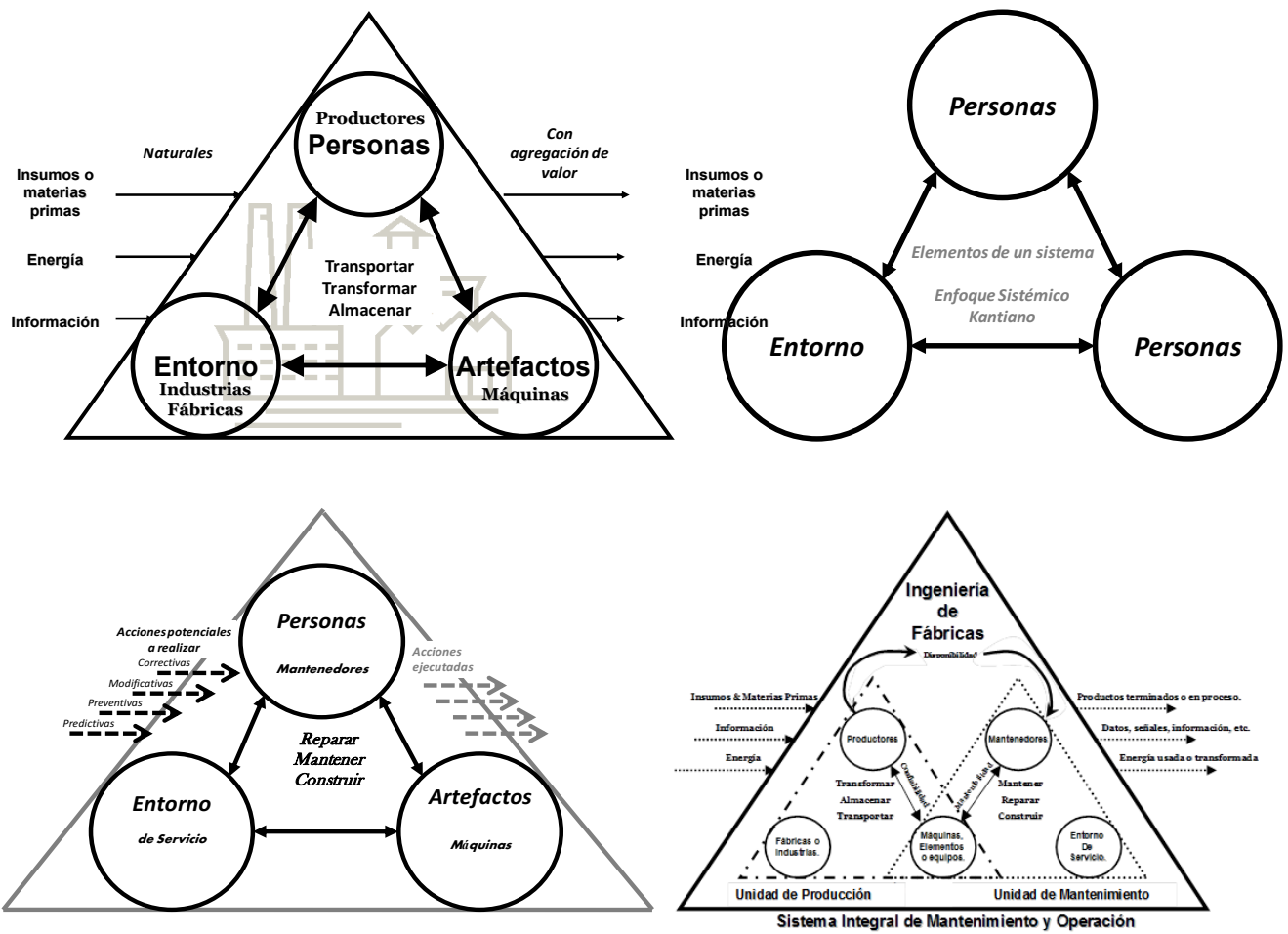
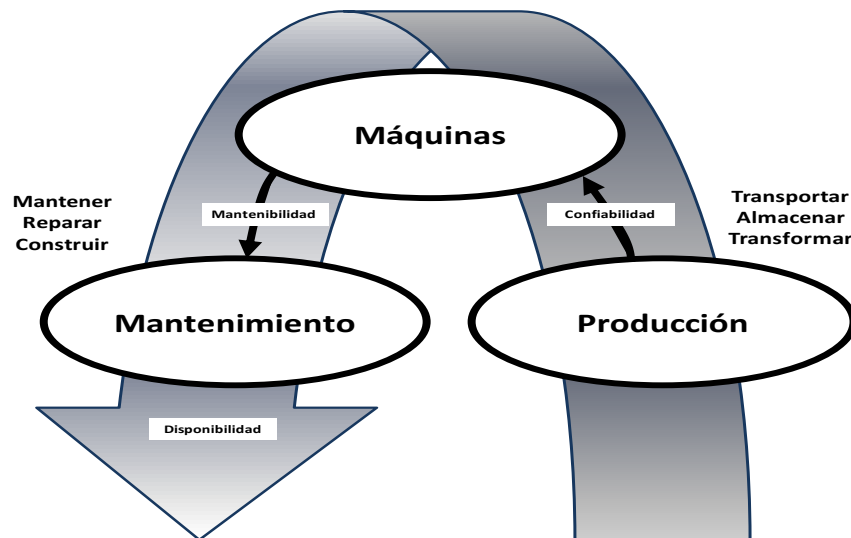


Ilustración 12. Elementos estructurales teleológicos: mantenimiento y operación



(Mora, Mantenimiento Estratégico Empresarial, 2007b)

2.3.3 Gestión de Activos

La gestión de activos es una disciplina enfocada a la toma de decisiones a lo largo de la vida de un activo físico, donde se ven implicadas diferentes áreas como la ingenieril, tecnológica, financiera, entre otras; con el objetivo de optimizar dichos activos, alcanzando sus objetivos estratégicos empresariales. El IAM (The Institute of Asset Management) define la gestión de activos como:

Actividades y prácticas coordinadas y sistematizadas a través de las cuales una organización maneja óptima y sustentablemente sus activos y sistemas de activos, su desempeño, riesgos y gastos asociados a lo largo de sus ciclos de vida con el propósito de lograr su plan estratégico organizacional (IAM, 2008).

Dentro de sus beneficios se encuentran:

- Satisfacción mejora del cliente
- Mejora en la salud, seguridad y desempeño ambiental
- Optimización del retorno sobre la inversión y/o crecimiento
- Planificación a largo plazo, confianza y sostenibilidad del desempeño
- Demostrar el mejor valor por el dinero dentro de un régimen restringido de fondos

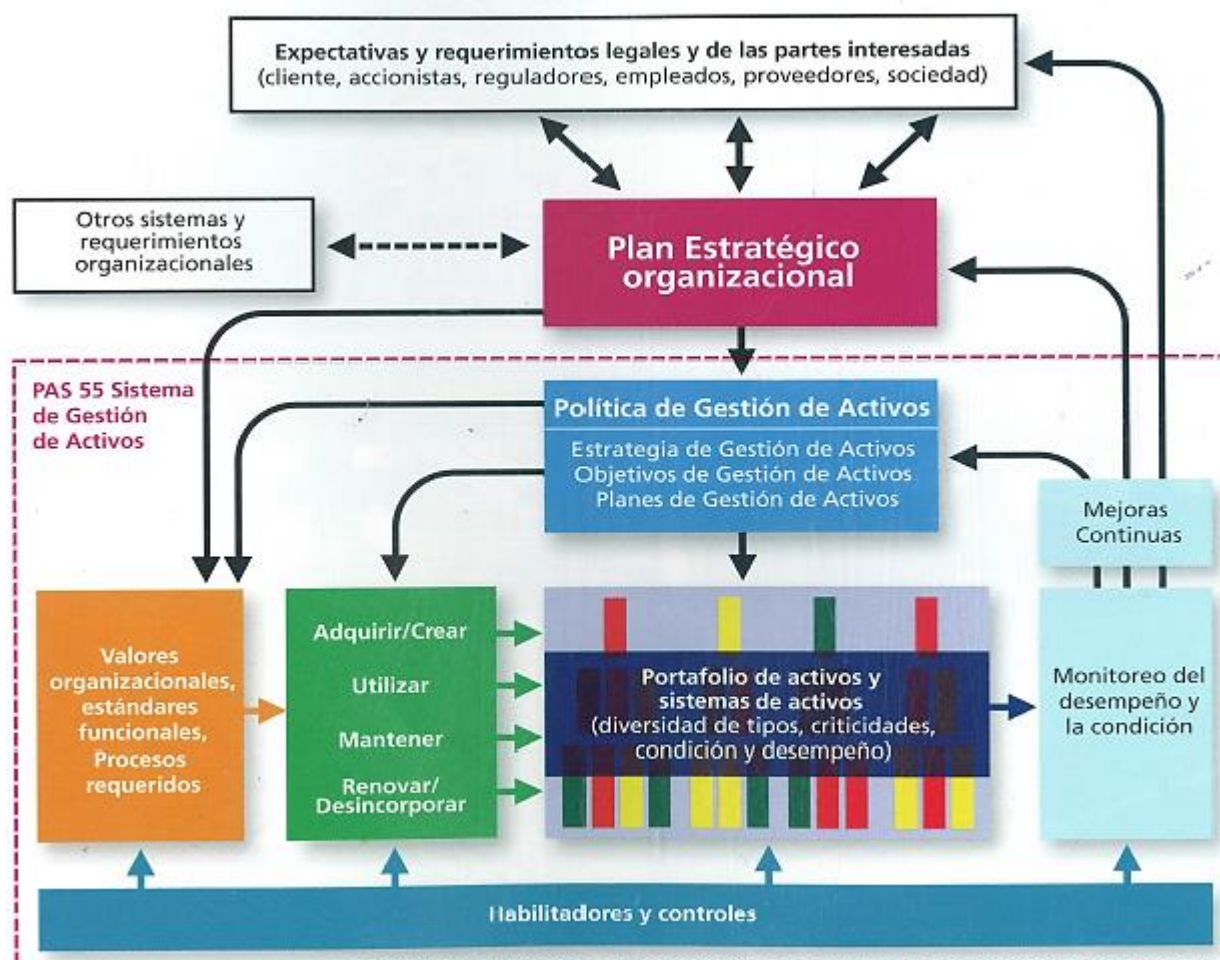
- Evidencia, en forma de procesos controlados y sistemáticos demostrando acatamiento legal
- Clara trazabilidad para auditar la idoneidad de las decisiones tomadas y los riesgos asociados
- Mejora de la reputación corporativa (IAM, 2008).

2.3.3.1 Estructura de un sistema de gestión de activos

Un sistema de gestión de activos está diseñado para apoyar el suministro de un plan estratégico organizacional y satisfacer las expectativas de una variedad de partes interesadas. Como se observa en la *Ilustración 13*, el plan estratégico organizacional es el punto de partida de la política, estrategia, objetivos y planes de la gestión de activos; estos, a su vez, dirigen la combinación aplicados a través del diverso portafolio de sistemas de activos y activos de acuerdo con sus criticidades, condición, desempeño y perfil de riesgo elegido.

Es importante destacar el monitoreo y las mejoras continuas dentro del sistema de gestión de activos, esto demuestra aún más la importancia de la mejora continua externalizada a través de la influencia directa sobre el plan estratégico organizacional y las expectativas de las partes interesadas (IAM, 2008).

Ilustración 13. Estructura sistémica de gestión de activos, plan estratégico organizacional y expectativas



(IAM, 2008)

2.3.4 Gestión de Mantenimiento en Zona Franca CELSIA

CELSIA una compañía comprometida con el logro de sus objetivos de crecimiento, sostenibilidad y competitividad, que se soporta en la innovación y el permanente mejoramiento de todos los procesos de la organización, para lograr lo anterior, se fundamenta en el Sistema Integrado de Gestión (SIG, Ver *Ilustración 14*) el cual busca:

- Satisfacer los clientes a través de la gestión de los procesos garantizando el control de todas las actividades administrativas, tecnológicas y humanas que inciden en la calidad de los productos y servicios.
- Controlar y minimizar los aspectos e impactos ambientales.

- Prever, prevenir y controlar los riesgos de salud, seguridad en el trabajo y medio ambiente.

Ilustración 14. Planificación del sistema integrado de gestión

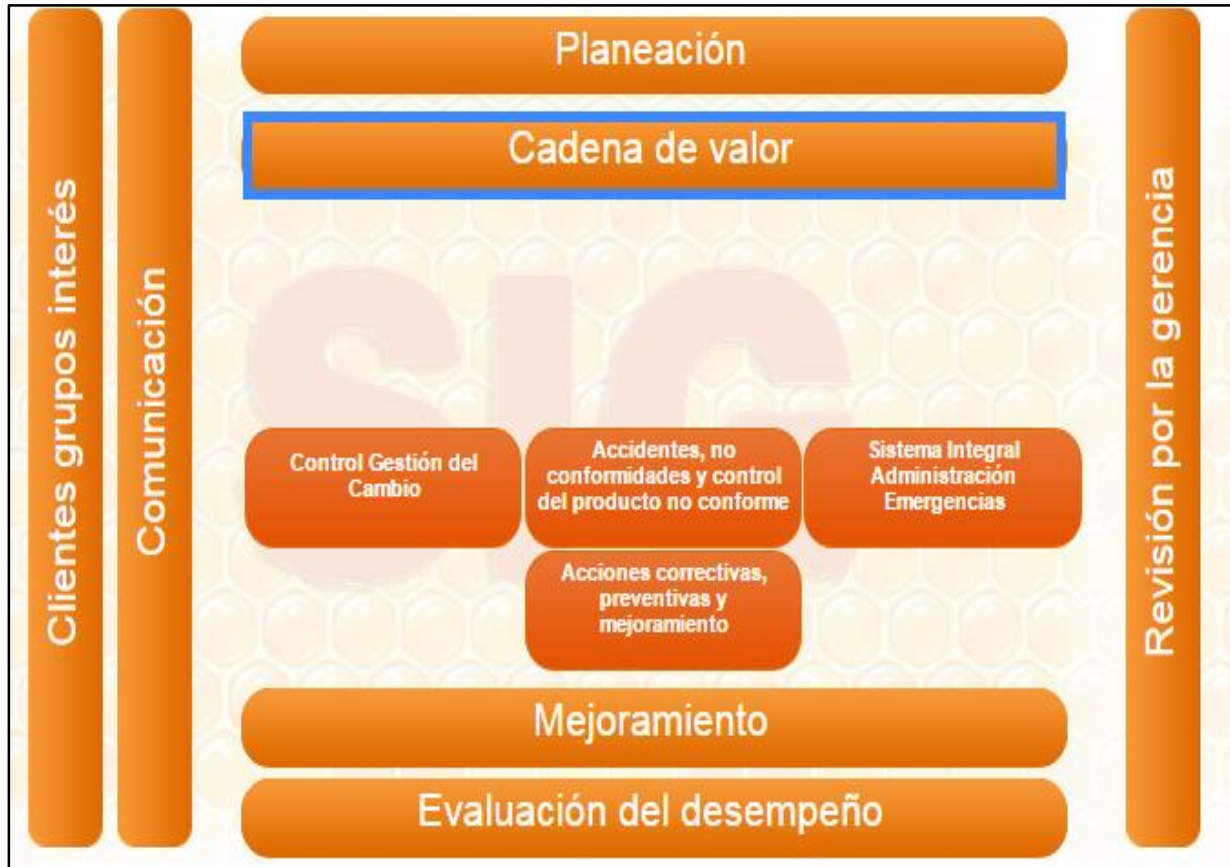


Ilustración 15. Agregación de Valor (Cadena) CELSIA

La ejecución de las actividades se realiza a través de los procesos que se muestra en la *Ilustración 15*, la cadena de valor¹⁷, en su desarrollo se aplican las medidas y los controles definidos para alcanzar la calidad que el cliente necesita, controlando tanto los riesgos para los grupos de interés, como los aspectos ambientales significativos.

¹⁷ Es una herramienta para el análisis de la planificación estratégica, la cual busca descomponer la empresa en sus partes constitutivas y encontrar ventajas competitivas en aquellas actividades generadoras de valor para el cliente final, la cadena de valor se divide en actividades primarias y secundarias. (Kannegiesser, 2008)

Ilustración 15. Agregación de Valor (Cadena) CELSIA



(CELSIA S.A. E.S.P, 2015)

La gestión del mantenimiento hace parte de los procesos principales (actividades primarias¹⁸) de la cadena de valor.


La organización CELSIA define el siguiente objetivo de mantenimiento:

Mantener la funcionalidad de los activos físicos de las plantas, con una oportuna y eficiente utilización de los recursos, para lograr niveles de confiabilidad y disponibilidad, previniendo los efectos ambientales negativos y promoviendo prácticas de trabajo seguras para los colaboradores y contratistas.

El cual se desprende de las Declaraciones Institucionales CELSIA sobre Gestión de Activos y de Ingeniería de Fábricas.

¹⁸ Las actividades que afectan directamente con el desarrollo del producto o servicio, su producción, comercialización, son las acciones que crean valor al usuario final (Kannegiesser, 2008).

Ilustración 16. Declaración Institucional CELSIA sobre Ingeniería de mantenimiento

	PROCEDIMIENTO: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO			
	Código: GMT-P-001	Versión : 4	Fecha de vigencia: 30 de Julio de 2012	Página 1 de 8
Elaboró: Director de Mantenimiento. Jaime Pardo.		Revisó: Gerente de Generación. Hilberto Diaz.	Aprobó: Vicepresidente Comercial y Operaciones. Germán García.	

1. OBJETIVO

Mantener la funcionalidad de los activos físicos de las plantas, con una oportuna y eficiente utilización de los recursos, para lograr niveles de confiabilidad y disponibilidad, previniendo los efectos ambientales negativos y promoviendo prácticas de trabajo seguras para los colaboradores y contratistas.

2. CONDICIONES GENERALES

Para las plantas hídricas las responsabilidades del mantenimiento están en cabeza del Jefe de Producción de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) y el Jefe operaciones y

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

ACTIVIDADES	QUIEN	COMO	SALIDAS
1. Aplicar la regulación y requisitos legales en SISO y Medio Ambiente del proceso	Gerente de Generación Director de mantenimiento Jefe de Mantenimiento Jefe de Producción PCH	Se evalúa constantemente la normatividad aplicable, mediante la consulta de las matrices de seguimiento regulatorio plantas térmicas y plantas hídricas y la matriz GAM-Z-002 "Matriz de Requisitos Legales y Compromisos Voluntarios relacionados con SISO y Medio Ambiente Aplicables al Negocio de Energía". Si se identifica cualquier otro requisito, por ejemplo, los emitidos por el CNO y la CREG, se solicita la actualización de estas matrices. Con base en la evaluación se determinan las acciones a tomar para el cumplimiento de dichos requerimientos.	Disposiciones para el cumplimiento de la regulación y requisitos legales aplicables
2. Establecer políticas y definir lineamientos de mantenimiento	Director de mantenimiento Jefe de Mantenimiento	Se definen las Políticas y lineamientos de mantenimiento, mediante Consulta de Reglamentación, Normatividad, información técnica, información de los equipos, información ambiental, SISO y calidad, planes del negocio. De acuerdo a esto se elaboran los manuales de mantenimiento.	Políticas y lineamientos de Mantenimiento Procedimientos y/o Manuales de Mantenimiento que incluyen los lineamientos y

ACTIVIDADES	QUIEN	COMO	SALIDAS
	Jefe de Producción PCH		estándares de Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente
3. Definir plan de mantenimiento	<p>Director de Mantenimiento</p> <p>Jefe de Mantenimiento</p> <p>Jefe de Producción PCH</p>	<p>La creación de planes de mantenimiento y su permanente actualización, se realiza especificando:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Descripción de las actividades. ○ Área responsable. ○ Ciclos. ○ Duración estimada del trabajo. ○ Recursos humanos requeridos. ○ Repuestos a utilizar. ○ Estado requerido de los equipos a intervenir. (En servicio o fuera de servicio). ○ Instructivos de mantenimiento. <p>Esto se debe hacer permanentemente con base en los resultados y mejoras del proceso, estrategias establecidas, la operación de cada una de las plantas y la información contenida en los manuales de mantenimiento de los equipos de las plantas, incluyendo los equipos críticos de medición y seguimiento.</p> <p>El presupuesto para la ejecución del plan de mantenimiento se define a partir de: mantenimientos mayores programados, mantenimientos preventivos, proyectos o mejoras a ejecutar y estimados de operación.</p> <p>Para las plantas térmicas, los Jefes de Mantenimiento calculan los estimados de los costos de las actividades planeadas y se envía al Director de Mantenimiento para que consolide la información. Para las PCH, los Jefes de Operaciones y Mantenimiento calculan los estimados de los costos de las actividades planeadas y se envía al Jefe de Producción de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas para que consolide la información. El presupuesto se presenta para su aprobación al Gerente de Generación y Vicepresidente de Comercialización y Operación, posteriormente se entrega a Gestión Financiera para ser tramitado en el presupuesto general.</p> <p>El plan se registra en el módulo PM de SAP.</p> <p>Cuando se requiera por características del servicio, la planeación del mantenimiento (Programación Semestral de Mantenimiento – PSM) se entrega al área de Operaciones para su posterior entrega a XM.</p>	<p>Planes de Mantenimiento</p> <p>Presupuesto</p> <p>Plan de Mantenimiento Semestral</p>
4. Programar y aprobar Mantenimiento	<p>Jefe de Mantenimiento</p> <p>Jefe operaciones y mantenimiento</p>	<p>Los Jefes de Mantenimiento y/o Jefe de Operación y Mantenimiento programan la ejecución de los planes.</p> <p>Se evalúa la criticidad de los Avisos para aprobar y programar de urgencia o programar recursos en el tiempo.</p> <p>Los Jefes de Mantenimiento y/o Jefe de Operación y Mantenimiento deciden si se debe planificar y ejecutar las medidas solicitadas en los Avisos utilizando Órdenes. En caso afirmativo, se crea una Orden para uno ó más Avisos. Los Avisos que no se vinculen a Órdenes se cierran.</p>	<p>Órdenes de Mantenimiento programadas</p>

		<p>Los Jefes de Mantenimiento y/o Jefe de Operación y Mantenimiento programan las actividades diarias teniendo como base las Órdenes generadas a partir de los planes de mantenimiento programados e incluyendo las Órdenes generadas de forma manual a partir de Avisos.</p> <p>La programación y aprobación de mantenimiento se realiza teniendo en cuenta los estándares y lineamientos Ambientales, de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, y la información de los Riesgos Ocupacionales y Ambientales propios de cada actividad.</p> <p>Se revisa en el módulo de Materiales de SAP, que existan los repuestos o insumos requeridos o si este trabajo se debe contratar se elabora la Solicitud de Servicio.</p>	
5. Liberar Órdenes de Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento Jefe operaciones y mantenimiento	Se liberan las Órdenes de mantenimiento en el módulo PM de SAP. Se envía un correo electrónico a sala de control indicando los números de las órdenes a ejecutar al siguiente día.	Órdenes de Mantenimiento liberadas Solicitud de pedido
		<p>Los materiales requeridos para la ejecución de las actividades de mantenimiento se vinculan a las órdenes mediante Reservas ó Solicitudes de pedido.</p> <p>La programación de órdenes de mantenimiento se realiza teniendo en la información de los Riesgos Ocupacionales y Ambientales propios de las actividades a realizar.</p>	Reserva de Materiales Comunicación programación de trabajos
6. Realizar apertura de permisos de trabajo	Jefe de Mantenimiento Jefe operaciones y mantenimiento	<p>Se solicita los permisos de trabajo a Operación, de acuerdo a la programación enviada de los mantenimientos a realizar.</p> <p>En coordinación con el área de Operación se envían las consignaciones a XM para su aprobación.</p> <p>Para la apertura de los permisos de trabajo se tiene en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Información de los Riesgos Ocupacionales y Ambientales ○ Manual de Tareas críticas, Formatos de ATS y Permisos de Trabajo ○ Estándares y lineamientos Ambientales, de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional 	Solicitud de permisos de trabajo Solicitud de consignación ATS: Análisis de Trabajo Seguro Permisos de Trabajo Abiertos
7. Solicitar entrega de materiales y herramientas	Jefe de Mantenimiento Jefe operaciones y mantenimiento	<p>El personal de Mantenimiento retira los materiales de almacén utilizando los números de reserva correspondientes o el número de la orden.</p> <p>Las herramientas requeridas para la ejecución de las actividades de mantenimiento que se encuentran en el almacén o cuarto de herramientas, se solicitan en calidad de préstamo al encargado de su custodia diligenciando el formato "Control de herramientas" según instructivo "Control de herramientas" de cada planta.</p>	Salida de materiales Salida de herramientas

8. Coordinar el inicio de servicio de mantenimiento contratado	Jefe de Mantenimiento Jefe operaciones y mantenimiento	Cuando se requiere un servicio de mantenimiento se coordina el inicio de la prestación del servicio y se asigna un técnico responsable de la ejecución y verificación del cumplimiento de lo acordado.	N.A.
9. Recibir el equipo de operación	Técnicos de Mantenimiento	<p>En los permisos de trabajo se certifica la entrega y el recibo del equipo mediante la firma del Técnico de Operación y el Técnico de Mantenimiento.</p> <p>El equipo se recibe ya bloqueado, teniendo en cuenta los documentos para estas tareas que tiene cada planta.</p>	N.A.
10. Desarrollar el Mantenimiento	Técnicos de Mantenimiento	<p>El personal de Mantenimiento procede a realizar las actividades descritas en las órdenes tomando como guías los instructivos de mantenimiento cuando corresponda. Adicionalmente, se diligencian los formatos que apliquen en cada caso.</p> <p>El Técnico de Mantenimiento informa al Jefe de Mantenimiento sobre anomalías o defectos encontrados en los equipos y se solicitan repuestos adicionales, si se requieren.</p> <p>Para el desarrollo del mantenimiento se tiene en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Información de los Riesgos Ocupacionales y Ambientales ○ Manual de Tareas críticas, Formatos de ATS y Permisos de Trabajo ○ Estándares y lineamientos Ambientales, de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional ○ Elementos de protección personal 	N.A.
11. Realizar pruebas Operativas y entregar Equipos	Técnicos de Mantenimiento	<p>Al finalizar las actividades, el personal de Mantenimiento informa al área de Operación para restablecer las condiciones operativas de los equipos y por tanto proceder al desbloqueo de estos, al retiro de las etiquetas y al cierre de permisos de trabajo registrando la devolución de los equipos a Operación.</p> <p>Durante la realización de las pruebas operativas de equipos se tiene en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Información de los Riesgos Ocupacionales y Ambientales ○ Manual de Tareas críticas, Formatos de ATS y Permisos de Trabajo 	<p>Equipos entregados a operación</p> <p>ATS: Análisis de Trabajo Seguro</p> <p>Permisos de Trabajo Cerrados</p> <p>Residuos y Vertimientos dispuestos de acuerdo con los estándares</p>
		<ul style="list-style-type: none"> ○ Estándares y lineamientos Ambientales, de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional ○ Elementos de protección personal 	

ACTIVIDADES	QUIEN	COMO	SALIDAS
12. Devolver herramientas al almacén	Técnicos de Mantenimiento	Las herramientas solicitadas en préstamo se devuelven al almacén o cuarto de herramientas, el encargado de la custodia verifica el estado de éstas y firma el formato "Control de Herramientas" confirmando la devolución de las herramientas en buen estado, según instructivo "Control de Herramientas".	Formato Control de herramientas diligenciado
13. Documentar la ejecución del mantenimiento	Jefe de mantenimiento Jefe operaciones y mantenimiento	El personal de Mantenimiento notifica en el sistema la información correspondiente a las actividades de mantenimiento ejecutado, el tiempo de ejecución y las personas que participaron, y se anexan los formatos diligenciados cuando sean necesarios. Si el trabajo fue realizado por un contratista, este envía un informe con los registros, resultados y recomendaciones. Si el trabajo realizado es una calibración de equipos críticos de medición y seguimiento, el informe incluye el certificado de calibración, los certificados que demuestran la trazabilidad de los patrones utilizados y conclusiones sobre la Una vez notificada la orden el Jefe de Mantenimiento procede a la liquidación, el cierre técnico y el cierre comercial de la orden.	Información del Mantenimiento Informes de actividades por contratistas. Certificados de calibración Orden de mantenimiento cerrada
14. Evaluar la ejecución del mantenimiento	Director de Mantenimiento Jefe de Mantenimiento Jefe de Producción PCH Jefe operaciones y mantenimiento	El Jefe de Mantenimiento y/o Jefe de Producción PCH genera reportes mensuales para evaluar la efectividad del mantenimiento y alimenta los indicadores de gestión. En el caso del mantenimiento predictivo, se llenan las tablas adicionales diseñadas para analizar tendencias o se realiza diagnóstico con software especializado, si se tiene.	Resultados de las mediciones e informes Indicadores de gestión
15. Identificar acciones sobre los equipos	Director de Mantenimiento Jefe de Mantenimiento Jefe de Producción PCH Jefe operaciones y mantenimiento	Se analizan los mantenimientos efectuados a los equipos, el número de fallas que han tenido, el tipo y la frecuencia de mantenimiento y a partir de esta información se toma la decisión de ajustar o modificar el plan de mantenimiento o generar Avisos en SAP.	Avisos Decisiones sobre los planes de Mantenimiento
16. Evaluar el proceso	Grupos de mejoramiento del proceso	A través de reuniones por procesos, por planta o por grupos primarios se hace análisis de los resultados e indicadores del proceso, para evaluar la necesidad de mejoramientos (Ver procedimiento GDO-P-006 "Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora").	Actas de Reunión mensual de revisión de procesos Informes de evaluación del proceso
17. Mejorar el proceso	Grupos de mejoramiento del proceso	De acuerdo a los resultados de la evaluación del proceso y las necesidades de mejora en seguridad industrial, salud ocupacional y ambiental, se determinan acciones de mejora para el proceso (Ver procedimiento GDO-P-006 "Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora").	Acciones de mejoramiento

4. REGISTROS Y DOCUMENTOS

- Manual de Mantenimiento
- Instructivo Control de Herramientas.
- Formato Control de Herramientas.
- GDO-P-005 Manejo de Incidentes.
- GDO-P-006 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora
- Matrices de seguimiento regulatorio de plantas térmicas y plantas hídricas
- GAM-Z-002 Matriz de Requisitos Legales y Compromisos Voluntarios relacionados con SISO y Medio Ambiente Aplicables al Negocio de Energía
- Información de los Riesgos Ocupacionales y Ambientales
- Manual de Tareas críticas, Formatos de ATS y Permisos de Trabajo
- Estándares y lineamientos Ambientales, de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional

5. CONTROL DE CAMBIOS EN EL DOCUMENTO


VERSION	FECHA	JUSTIFICACIÓN DE LA VERSIÓN
1	29-04-2010	Creación del documento.
2	21-09-2010	Ajuste del contenido en los numerales 7 y 12. No se especifica la Codificación del Instructivo y Formato "Control de Herramientas".
3	28-10-2010	Se corrigió el nombre del cargo Coordinador de Operaciones y Mantenimiento por Jefe de Operación y Mantenimiento.
4	30-07-2012	Adición de lineamientos relacionados a la salud ocupacional, seguridad industrial y medio ambiente. Actualización de responsabilidades de revisión y aprobación del documento.

6. ANEXOS

- N.A.

(DICELSA, 2015)

Ilustración 17. Lineamientos Mantenimiento CELSIA – Documento GMT-N-001 CELSIA


		LINEAMIENTO: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
Código: GMT-N-001	Versión: 1	Fecha de vigencia: 02 de Noviembre de 2012	Página 1 de 2
Elaboró: Grupo de Mantenimiento.		Revisó: Director de Mantenimiento. Jose Rafael Serje Polo.	Aprobó: Gerente de Generación. Jaime Javier Pardo Rodriguez.

LINEAMIENTOS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

1. Realizar el mantenimiento adecuado a los equipos de las Plantas con el fin de garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de generación.
2. Ejecutar el plan de mantenimiento de una forma eficiente dentro de los plazos establecidos y ajustarlo de acuerdo a evaluaciones y resultados.
3. Ajustarse al presupuesto y evitar gastos no programados. Igualmente optimizar los recursos disminuyendo los gastos.
4. Contar con personal altamente capacitado con reentrenamientos y evaluaciones periódicas.
5. Desempeñar las labores de mantenimiento utilizando las mejores prácticas.
6. Mantener un plan de calibración de equipos críticos de metrología con el fin de garantizar la calidad y el seguimiento a los diferentes procesos de generación.
7. Mantener el Sistema de información de mantenimiento actualizado y con información clara y confiable.
8. Trabajar y mantener el sitio de trabajo ordenado y limpio.
9. Verificar la adecuada utilización de las herramientas y programar su recambio de tal forma que no retrasen la ejecución de las actividades de mantenimiento.
10. Minimizar el impacto al medio ambiente al ejecutar las actividades de mantenimiento.
11. Realizar las actividades de mantenimiento garantizando la seguridad de las personas y de los equipos.
12. Medir la gestión del mantenimiento a través de índices y tomar los correctivos necesarios cuando no se alcancen las metas.

CONTROL DE CAMBIOS EN EL DOCUMENTO

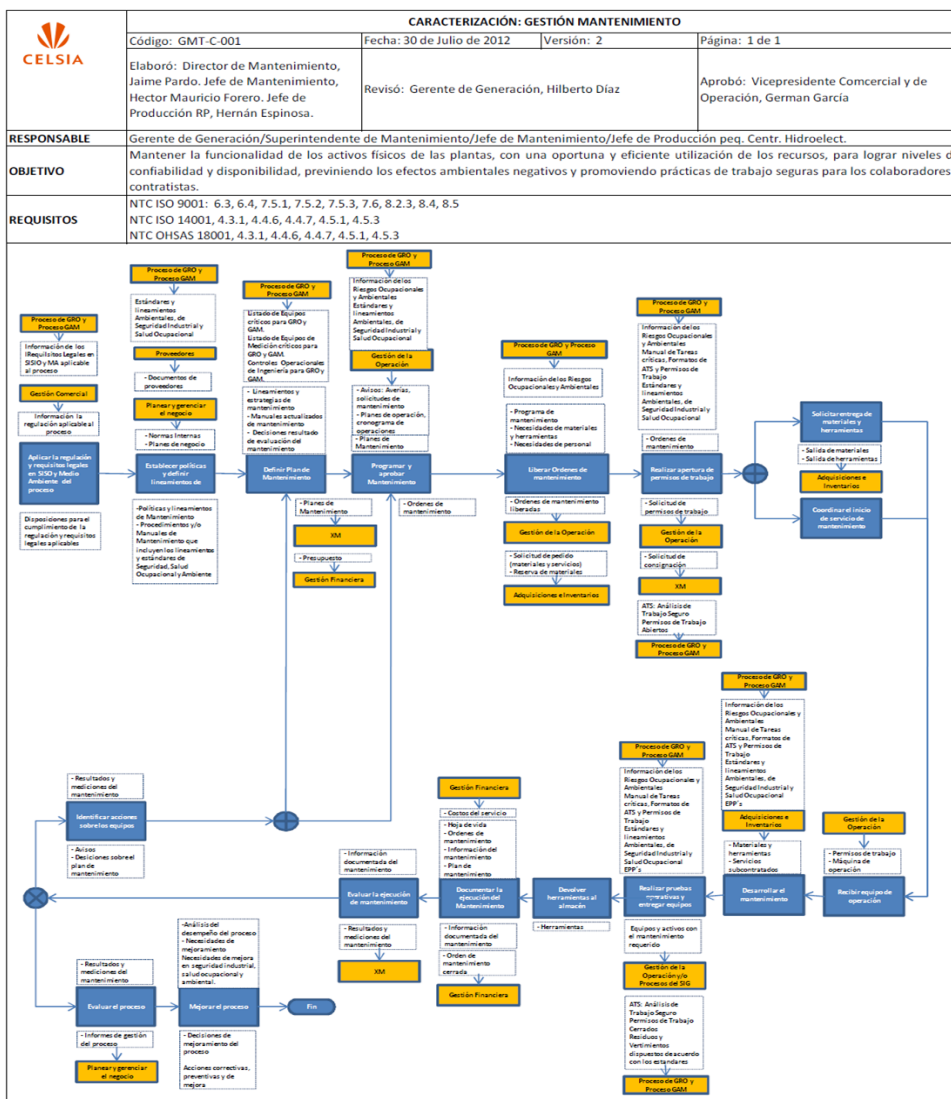
VERSION	FECHA	JUSTIFICACIÓN DE LA VERSIÓN
1	02-11-2012	Generación de documento único para las centrales Zona Franca Celsia y Merlétrica. Los documentos manejados en las centrales son idénticos en su contenido.

		LINEAMIENTO: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
Código: GMT-N-001	Versión: 1	Fecha de vigencia: 02 de Noviembre de 2012	Página 2 de 2
Elaboró: Grupo de Mantenimiento.		Revisó: Director de Mantenimiento. Jose Rafael Serje Polo.	Aprobó: Gerente de Generación. Jaime Javier Pardo Rodriguez.

(DICELSIA, 2015)

La caracterización de mantenimiento, esta descrita en el siguiente documento GMT-C-001 Caracterización: Gestión Mantenimiento, este contiene el mapa de proceso¹⁹ de la gestión de mantenimiento. El detalle de cada una de las etapas del proceso se encuentra en el documento anterior GMT-P-001 de la *Ilustración 16*.

Ilustración 18. Caracterización del mantenimiento CELSIA - Documento GMT-C-001



¹⁹ Es un diagrama que muestra lo que un proceso o sistema realiza, exponiendo la secuencia de actividades, los insumos, recursos y salidas de cada actividad, también son detallados los puntos de retroalimentación cuando esta aplique. Los mapas de proceso gestión adecuadamente la entrega del servicio al cliente correcto (The Accounts Commission, 2000).

Los documentos antes citados describen el proceso de gestión de mantenimiento en 17 actividades que se muestran a continuación:

- Aplicar la regulación y requisitos legales en SISO y Medio Ambiente del Proceso
- Establecer políticas y definir lineamientos de mantenimiento
- Definir plan de Mantenimiento
- Programar y aprobar Mantenimiento
- Liberar Órdenes de Mantenimiento
- Realizar apertura de permisos de trabajo
- Solicitar entrega de materiales y herramientas (precede a la actividad 6)
- Coordinar el inicio de servicio de mantenimiento contratado²⁰ (precede a la actividad 6)
- Recibir el equipo de operación
- Desarrollar el Mantenimiento
- Realizar pruebas Operativas y entregar Equipos
- Devolver herramientas al almacén
- Documentar la ejecución del mantenimiento
- Evaluar la ejecución del mantenimiento
- Identificar acciones sobre los equipos (precede a la actividad 14)
- Evaluar el proceso²¹ (precede a la actividad 14)
- Mejorar el Proceso

Adicional a la caracterización y el procedimiento de la gestión del mantenimiento, se cuenta con el documento GMT-N-001 Lineamiento: Gestión de Mantenimiento (Ver ***¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.***), que establece las pautas a seguir en toda actividad de la gestión del mantenimiento. Los lineamientos de mantenimiento se establecen en 12 puntos, se muestran a continuación:

1. Realizar el mantenimiento adecuado a los equipos de las Plantas con el fin de garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de generación.

²⁰ Después de desarrollar la actividad 6 se ejecutara la actividad 7 o 8, o una combinación de estas, dependiendo de la complejidad de la orden de trabajo.

²¹ Después de desarrollar la actividad 14 se ejecutara la actividad 15 o 16, o una combinación de estas, dependiendo de la complejidad de los hallazgos.

2. Ejecutar el plan de mantenimiento de una forma eficiente dentro de los plazos establecidos y ajustarlo de acuerdo a evaluaciones y resultados.
3. Ajustarse al presupuesto y evitar gastos no programados. Igualmente optimizar los recursos disminuyendo los gastos.
4. Contar con personal altamente capacitado con reentrenamientos y evaluaciones periódicas.
5. Desempeñar las labores de mantenimiento utilizando las mejores prácticas.
6. Mantener un plan de calibración de equipos críticos de metrología con el fin de garantizar la calidad y el seguimiento a los diferentes procesos de generación.
7. Mantener el sistema de información de mantenimiento actualizado y con información clara y confiable.
8. Trabajar y mantener el sitio de trabajo ordenado y limpio.
9. Verificar la adecuada utilización de las herramientas y programar su recambio de tal forma que no retrasen la ejecución de las actividades de mantenimiento.
10. Minimizar el impacto al medio ambiente al ejecutar las actividades de mantenimiento.
11. Realizar las actividades de mantenimiento garantizando la seguridad de las personas y de los equipos.
12. Medir la gestión del mantenimiento a través de índices y tomar los correctivos necesarios cuando no se alcancen las metas.

Los documentos mostrados en las *Ilustración 16*, *Ilustración 17* e *Ilustración 18* encuentran en original al dar doble clic izquierdo en el siguiente icono.

GMT-C-001 CARACTERIZACIÓN: GESTIÓN MANTENIMIENTO



Documento Adobe
Acrobat

GMT-P-001 PROCEDIMIENTO: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO



Documento Adobe
Acrobat

GMT-N-001 LINEAMIENTO: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO



Documento Adobe
Acrobat

2.3.4.1 Indicadores de gestión

La medición del desempeño es la acción de asignar números a las propiedades o características de un proceso. El fin de la medición es cuantificar el proceso o de comprender el efecto generado por la alteración de las variables que lo perturban. La medición del desempeño es esencial para cualquier proceso, este provee información vital para la mejora continua. También es útil para priorizar recursos, reducir costos, reducir tiempos, aumentar la capacidad de operación, procesos más eficientes y eficaz, aumentar la productividad, cumplimiento de los estándares de seguridad y medio ambiente y cumplimiento de la reglamentación.

En conclusión, la medición ayuda a establecer las acciones futuras y mejorar el rendimiento, en base a la información del pasado (Lul University of Technology, 2011).

Los PI (Indicador de desempeño²²) son la medición del desempeño de un proceso o sistema, cuando usamos PI para la medición de la gestión de mantenimiento, son denominados MPI²³ (Indicadores de desempeño de mantenimiento). El MPI compara la condición actual con una referencia pre-establecida (necesidades), la diferencia entre estas es llamada “distancia al objetivo” (Lul University of Technology, 2011).

La estrategia de mantenimiento debe expresar las fortalezas y debilidades del área, y para su evaluación se usan los MPI, estos están obligados a reflejar las necesidades de la gestión de mantenimiento. La estrategia de mantenimiento, debe ir acorde con la estrategia de la organización, por ende también los MPI, tienen que estar alineados con esta última (Lul University of Technology, 2011) (British Statandars Institute, 2009).

La gestión del mantenimiento para las plantas térmicas de CELSIA es evaluada bajo cinco indicadores de gestión, los cuales se detallan a continuación:

2.3.4.1.1 Cumplimiento mantenimiento preventivo

El propósito de este punto es verificar la ejecución del plan de mantenimiento con el fin de asegurar la confiabilidad de los equipos de las Plantas.

²² PI: *Performance Indicador*, por sus siglas en ingles

²³MPI: *Maintenance Performance Indicador*, por sus siglas en ingles.

Ilustración 19. Indicador cumplimiento mantenimiento preventivo

$$MPI_{Preventivo} = \frac{OMPF}{OMPF + OMPP} \cdot 100$$

Dónde:

OMPF: Número de órdenes de mantenimiento (OM) preventivo finalizadas en lo corrido del año.

OMPP: Número de OM preventivo pendientes al finalizar el periodo evaluado, considerando las prioridades de éstas. Incluye órdenes abiertas y liberadas.

2.3.4.1.2 Cumplimiento órdenes pendientes

El propósito de este punto es minimizar el número de órdenes pendientes y tomar acciones que permitan agilizar su ejecución.

Ilustración 20. Indicador cumplimiento ordenes pendientes

$$MPI_{Pendientes} = \frac{OMF}{OMF + OMP} \cdot 100$$

Dónde:

OMF: Número de órdenes de mantenimiento (OM) preventivo y correctivo finalizadas en el mes evaluado.

OMP: Número de OM preventivo y correctivo pendientes al finalizar el mes evaluado, considerando las prioridades de éstas. Incluye órdenes abiertas y liberadas.

2.3.4.1.3 Cumplimiento avisos recibidos

El propósito de este punto es verificar el tratamiento y/o cierre de los avisos de averías y solicitudes de mantenimiento preventivo con el fin de evitar que afecten la disponibilidad de los equipos de generación.

Ilustración 21. Indicadores de cumplimiento de avisos recibidos

$$MPI_{Avisos} = \left(1 - \left(\frac{ANT}{AGM + APMA} \right) \right) \cdot 100$$

Dónde:

ANT: Número de Avisos No Tratados a fin de mes o, para los avisos generados en los últimos cinco días del mes evaluado, antes del sexto día del nuevo mes.

AGM: Número de Avisos Generados en el Mes.

APMA: Número de Avisos Pendientes de Meses Anteriores.

2.3.4.1.4 Evaluación de órdenes de mantenimiento correctivo de emergencia

El propósito de este punto es mejorar la confiabilidad de los activos de generación a partir de la determinación de las causas raíces de mantenimientos correctivos de emergencia y la realización de las acciones correctivas necesarias.

Ilustración 22. Indicador de órdenes de emergencia

$$MPI_{Emergencias} = \text{Numero de OT prioridad 1}$$

Dónde:

Número de órdenes de mantenimiento correctivo reactivo de emergencia (con prioridad 1-Muy elevada) generadas en el mes.

2.3.4.1.5 Comparación Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Correctivo

El propósito de este indicador es mejorar la confiabilidad de los activos de generación a partir del seguimiento a la utilización del recurso humano en órdenes de mantenimiento correctivo y preventivo.

Ilustración 23. Indicación comparación mantenimiento preventivo y correctivo

$$MPI_{preventivo/Correctivo} = \frac{HHOMP}{HHOMP + HHOMC} \cdot 100$$

Dónde:

HHOMP: Horas-hombre utilizadas en órdenes de mantenimiento preventivo.

HHOMC: Horas-hombre utilizadas en órdenes de mantenimiento correctivo.

2.4 Conclusiones de objetivo específico 1

En el presente capítulo se ve la complejidad y el grado de estructuración que requiere el área de mantenimiento. Este ha cobrado una importancia vital en el desempeño de las compañías y en el cumplimiento de sus objetivos, como se mostró en el Grupo CELSIAS.

Sistemas de gestión completos, como lo es la gestión de activos basados en PAS 55 e ISO 55000, y la existencia de tácticas complejas como el TPM, RCM, el TPM, RCM combinados, PMO, reactiva, proactiva, clase mundial y RCM Scorecard, entre otros; demuestran que la gestión de mantenimiento pertenecen a la cadena de valor de las organizaciones.

Zona Franca CELSIA cuenta con una fuerte estructura de mantenimiento, su caracterización, procedimiento, organigrama y lineamientos manifiestan la robustez del área. La planta depende en gran medida del desempeño de sus activos, por ende la importancia de tener una optimización estratégica de la gestión del mantenimiento.

En general el capítulo aporta su objetivo de fundamentar los conceptos de mantenimiento y describir de una manera clara, coherente y explícita la situación general y el acontecer permanente de mantenimiento y operación en CELSIA.

3 Metodología ASAF

3.1 Objetivo específico 2

Describir la metodología ASAF sus áreas, variables e implicaciones en mantenimiento. Nivel 2- Comprender - Escala de Bloom & Gagñé.

3.2 Introducción de objetivo específico 2

Durante este capítulo se expone la metodología ASAF (Análisis de Situación Actual y Futura), la cual se usara para la optimización estratégica del mantenimiento en la planta térmica Zona Franca CELSIA S.A E.S.P. Se muestra de forma clara su estructura, clasificada en 12 áreas estratégicas de mantenimiento, sus bases en los 4 niveles del mantenimiento, producto del enfoque Kantiano, y cómo es implementada en las principales áreas de la compañía con el objetivo de desarrollar estrategias de mejora en el área de mantenimiento.

3.3 Desarrollo del objetivo específico 2

El capítulo muestra de forma estratégica, global y específica la metodología ASAF para poder realizar la evaluación técnico-gerencial de mantenimiento en Zona Franca CELSIA.

3.3.1 ASAF - Análisis de Situación Actual y Futura

El diagnóstico técnico ASAF se basa en la aplicación de la metodología inglesa de diagnóstico rápido²⁴, es un instrumento de investigación concluyente aplicada que abarca totalmente los campos y tópicos en el área de mantenimiento, teniendo en cuenta la relación con las demás áreas. Este diagnóstico contempla 12 temas expuestos a continuación, los cuales son evaluados, arrojando al final del diligenciamiento del instrumento de Medición, un porcentaje de medición y un porcentaje de la capacidad de mejoramiento:

²⁴ El Método Flash Audit, autorizado por la Comunidad Europea y amparado en Mantenimiento, en la Norma Británica. Norma 3811 de la Asociación Británica de Normas Técnicas - British Standard de 1984.

- **Tópico 1 - Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mtto.)** El objetivo del presente tema es verificar si existe una comunicación buena y efectiva entre los departamentos de mantenimiento y producción.
- **Tópico 2 - Percepción de las jerarquías superiores de Mtto.** Se busca identificar la existencia de una estructura correctamente definida y delimitada del área de mantenimiento en la compañía, incluyendo el tema financiero de presupuesto y costos. También permite conocer cómo es valorada la gestión de mantenimiento por las áreas administrativas de la compañía.
- **Tópico 3 - Percepción del mantenimiento.** Identifica cómo el departamento de mantenimiento observa su gestión en la realización de las actividades con producción y que tipo de formatos, controles, verificaciones y análisis se realizan de toda la información recolectada.
- **Tópico 4 - Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos.** El objetivo de éste tema es identificar si se están realizando diferentes tareas para la obtención, seguimiento, análisis y retroalimentación de la disponibilidad en los equipos.
- **Tópico 5 - Conocimiento de los Costos de mantenimiento.** En este tópico se evalúa si se están teniendo en cuenta los costos de mantenimiento cuando se realizan las diferentes actividades.
- **Tópico 6 - Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.** El objetivo de éste tópico es verificar si existe una buena preparación en las tareas preventivas que se van a realizar, si se utiliza un informe, unos procedimientos y se hace un análisis estadístico de la información recolectada en cada intervención. Además, se verifica si existen procedimientos de mejoras, implementación de un mantenimiento preventivo con unos planes y programas definidos, participación en la gestión de inventarios y repuestos, y si existe una documentación técnica de acuerdo a las actividades de mantenimiento con sus respectivas actualizaciones.
- **Tópico 7 - Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.** El objetivo de éste tema es verificar si existe una buena programación de las actividades de mantenimiento,

teniendo en cuenta si se realizan solicitudes, se estiman tiempos, se calcula la carga de trabajo y si se realizan algunos análisis estadísticos de algunas variables relacionadas.

- **Tópico 8 - Manejo de inventarios.** El objetivo de éste tema es verificar si se está haciendo una buena gestión de los repuestos y del almacén por parte del departamento de mantenimiento. Se revisa si se tienen catálogos actualizados de los equipos, si hay una correcta codificación y clasificación de los repuestos, si se tienen procedimientos en las compras, recepciones y despachos de repuestos, y si constantemente se está revisando los niveles de inventario de los repuestos almacenados.
- **Tópico 9 - Qué es lo que cada quién hace..... en mantenimiento ?** El objetivo de éste tema es verificar si los departamentos en la compañía entiende cuáles con sus funciones y si las están realizando correctamente. Hay diferentes aspectos tales como: intervenciones planeadas, definición de repuestos, documentación técnica, procesamiento de datos, seguimiento de cargas de trabajo, costos, inventario, seguridad, vigilancia de accidentes y entrenamientos en seguridad.
- **Tópico 10 - Recursos Humanos de Mantenimiento.** El objetivo de éste tema es verificar si existe una buena gestión de los recursos humanos en la compañía, desde el momento de la contratación, si existe la cantidad de personas necesarias para el funcionamiento óptimo de la compañía y si existen una sincronización entre los departamentos del trabajo planeado, programado y ejecutado.
- **Tópico 11 - Recursos Materiales de Mantenimiento.** El objetivo de éste tema es verificar si existen recursos tales como documentación, herramientas y espacio para la realización de todas las actividades de mantenimiento y si se está haciendo una buena gestión de esos recursos provistos por la compañía.
- **Tópico 12 – Entrenamiento.** El objetivo de éste tema es verificar si la compañía y el departamento de mantenimiento conocen la importancia del entrenamiento y las capacitaciones continuas al personal.

El metodología ASAF evalúa de manera sistemática todas las áreas de impacto de la gestión del mantenimiento, e indaga sobre la relación de este y su cliente (operación), sus proveedores

(Gestión humana, almacén, entre otros) con el fin de obtener un situación actual lo más real posible y establecer las acciones necesarias para una situación futura deseada.

La evaluación técnica, está basada en el sistema Kantiano de mantenimiento, dado que este establece el mantenimiento como una ciencia, y de esta forma se pueden realizar investigaciones profundas sobre la gestión del mantenimiento.

El estudio busca obtener los mejores resultados en las variables esenciales del mantenimiento, esta son: Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad (CMD). Las variables CMD son las únicas medidas técnicas y científicas que se tienen para planear, organizar, dirigir, ejecutar y controlar totalmente la gestión del mantenimiento, caracterizando las dos manifestaciones fundamentales del mantenimiento: fallas y reparaciones (Mora, Mantenimiento Planeación, ejecución y control, 2012).

En la *Ilustración 24* se muestran los 12 tópicos tratados en la evaluación técnica y su aporte a la gestión del mantenimiento, siempre en mira de mejorar los indicadores CMD.

En la *Ilustración 25* se muestra toda la encuesta realizada, los doce tópicos y las áreas de profundización de cada uno. Las doce secciones se subdivide en áreas de interés especial de ese tópico, y cada una de ellas tiene diferentes preguntas relacionadas a la sección y al área temática.

Estas doce áreas son evaluadas por múltiples preguntas, las cuales a su vez están agrupadas en tópicos especializados, propios del área en cuestión, cada pregunta tiene tres opciones, las cuales hacen referencia a la carencia del concepto evaluado con valor de 3, un cumplimiento intermedio con valor de 2 y tener a cabalidad e implementado el punto evaluado en la pregunta se obtiene una calificación de 1, es el valor que representa el mejor estado.

Ilustración 24. Tópicos a evaluar en la gestión y operación del mantenimiento

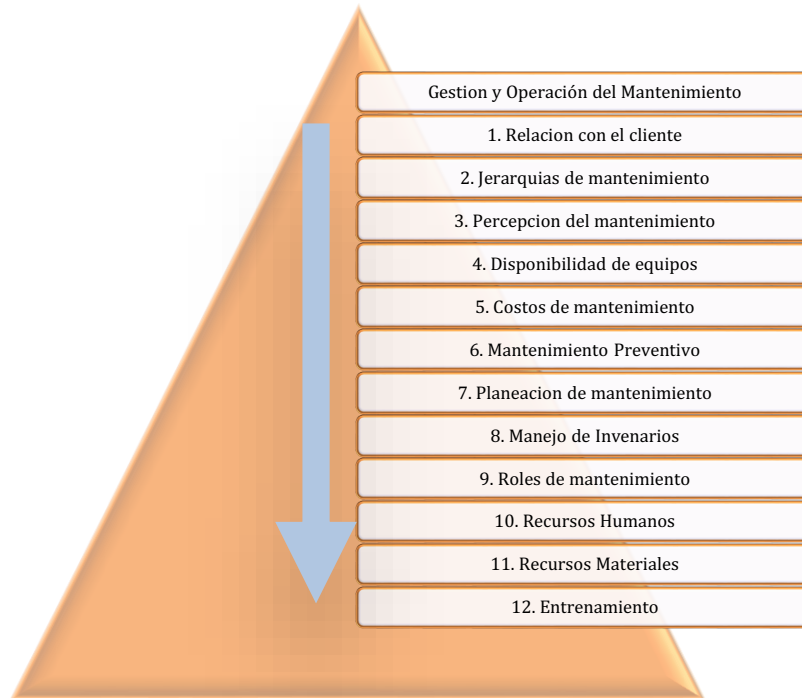


Ilustración 25. Tópicos y Áreas relevantes ASAF

Área	Tópico	Número de preguntas por tópico	Número de preguntas por área	Porcentaje de preguntas que cubre
1 - Estado de la relación entre las áreas de mantenimiento y producción	a) Comunicación y relaciones	6	34	8.81%
	b) Métodos de intervención	9		
	c) Percepción del nivel de mantenimiento preventivo	11		
	d) Medición de la función de mantenimiento por el área de producción	8		
2 - Los niveles superiores como observan a mantenimiento	a) Posición de mantenimiento en la estructura y organigrama de la empresa	9	31	8.03%
	b) Ubicación del recurso humano y su mano de obra dentro de la empresa	7		
	c) Opinión sobre mantenimiento	8		
	d) Importancia que se da a los recursos financieros	7		
3 - Percepción interna y propia de mantenimiento	a) Importancia que se da a la organización en mantenimiento	10	26	6.74%
	b) Manejo, gestión y análisis de datos y registros en mantenimiento	8		
	c) Mantenimiento preventivo	8		
4 - Grado de disponibilidad de equipos	a) Sistema de registro e información histórica de mantenimiento y operación de equipos	12	22	5.70%
	b) Análisis y utilización de los datos de información y registros históricos	10		
5 - Conocimiento de los costos de mantenimiento.	a) Registro, análisis y utilización de los costos históricos de mantenimiento	13	20	5.18%
	b) Análisis de los costos presentes en mantenimiento	7		
6 - Métodos y preparación de las tareas de mantenimiento	a) Nivel de preparación de los trabajos de mantenimiento para el área de producción	12	66	17.10%
	b) Registro histórico de intervenciones y demandas de trabajos de mantenimiento	7		
	c) Análisis del sistema actual de planeación y preparación de tareas de mantenimiento	10		
	d) Planeación de los trabajos de mejoras y rediseños de equipos	7		
	e) Mantenimiento planeado, su planeación y preparación	9		
	f) Planeación y consecución de repuestos y piezas de recambio	10		
	g) Manejo de la documentación e información técnica	11		
7 - Planeación de las actividades de mantenimiento	a) Programación de las tareas de mantenimiento	13	23	5.96%
	b) Cronograma y ejecución de todas las actividades de mantenimiento	10		
8 - Manejo y gestión de inventarios.	a) Manejo en general de inventarios de repuestos e insumos de mantenimiento.	7	56	14.51%
	b) Sistema de información, registro, entradas, salidas, pedidos, stocks, etc. de los repuestos en inventario	10		
	c) Listado de repuestos	18		
	d) Gestión y manejo de repuestos	12		
	e) Compras, pedidos, proveedores, reposición de inventarios, etc. de los repuestos	9		
9 - Actividades y roles de los miembros del equipo de mantenimiento	a) En cuanto a mantenimiento	21	29	7.51%
	b) En relación a la seguridad	8		
10 - Manejo de Recursos Humanos en mantenimiento	a) Indicadores, tasas y rendimientos de la mano de obra física e intelectual	10	34	8.81%
	b) Gestión del recurso humano en mantenimiento y su mano de obra y utilización	9		
	c) Proporción de mano de obra preventiva, predictiva y correctiva en mantenimiento	4		
	d) Aspectos de productividad y motivación del personal de mantenimiento	11		
11 - Gestión y manejo de recursos físicos y materiales en mantenimiento	a) Documentación técnica	10	27	6.99%
	b) Utensilios, equipos y herramientas de mantenimiento	11		
	c) Infraestructura	6		
12 - Capacitación y entrenamiento en mantenimiento	a) Importancia del entrenamiento y de la capacitación en mantenimiento	18	18	4.66%

Como parte de la misma *Ilustración 25* a continuación se describen cada una de las investigaciones por Tópico y Área a evaluar en la *Ilustración 26*.

Ilustración 26. Evaluación ASAF a la gestión de mantenimiento

Tópico de mantenimiento	Categoría de las Variables	No. del tópico	Variable a Medir
Relación entre Mantenimiento y Operación (cliente de Mtto.)	Comunicación y Relaciones	1	¿Hay una línea de comunicación entre usted (Mantenimiento) y el personal de producción?
		2	¿Es fácil la comunicación entre departamentos y entre personas?
		3	¿Las solicitudes para intervenciones vienen desde Producción?
		4	¿Observa muchas intervenciones de Mantenimiento sin la consulta de Producción?
		5	¿Estas intervenciones se hacen en la forma de Mantenimiento Preventivo?
		6	¿Observa mucho tiempo perdido entre las solicitudes y las intervenciones?
	Método de Intervención	7	¿Los operarios de producción también están desempeñando un papel o tarea en Mantenimiento?
		8	¿Los operarios son obligados a intervenir en los trabajos de mantenimiento, en vez de dedicarse a los suyos en OPERACIÓN?
		9	¿Los operarios están registrando los detalles de sus intervenciones?
		10	¿Mantenimiento registra o documenta los contenidos de las intervenciones hechas por los operarios?
		11	¿Hay intervenciones para Mantenimiento sin un formato, formulario o forma correctamente diligenciada?

		12	¿Las solicitudes para intervención son registradas o documentadas?
		13	¿Usted realiza un control de calidad después de cada intervención?
		14	¿Existe un control formal de la información obtenida de los reportes o informes de cada intervención?
		15	¿El equipo que es técnicamente mantenido es conocido por Mantenimiento?
	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	16	¿Es usted directamente responsable del correcto funcionamiento de una o varias máquinas o de equipos?
		17	¿Existe un programa de Mantenimiento preventivo?
		18	¿La introducción o inicio del mantenimiento preventivo causa problemas?
		19	¿Usted ajusta (electricistas) o aprieta tuercas (mecánicos), tubos, accesorios, conexiones, etc.?
		20	¿Lubrica y ajusta regularmente sus máquinas?
		21	¿Conoce los tipos de lubricantes o los tipos de ajuste necesarios para cada una de sus máquinas?
		22	¿Visita sistemáticamente sus máquinas o equipos? (Procedimientos coherentes y uniformes)
		23	¿Controla el estado de sus máquinas o equipos?
		24	¿Interviene de acuerdo a un programa regular establecido?
25		¿El programa se ha elaborado con la ayuda de la gente de producción?	
26	¿Existe una planeación de todas o unas partes de las operaciones, visitas y controles?		
	27	¿Usted siempre llama a Mantenimiento con procedimientos definidos?	

	Percepción de la Función de Mantenimiento por Producción	28	¿Respeto estos procedimientos incluso en caso de averías o en circunstancias imprevistas?
		29	¿Llama a Mantenimiento en caso de la limpieza de sus máquinas?
		30	¿Llama a Mantenimiento en caso del control simple de niveles?
		31	¿Llama a Mantenimiento en caso de cambiar fusibles?
		32	¿Llama a Mantenimiento en caso de ajustes elementales?
		33	¿Los detalles de las intervenciones hechas por producción son reportadas a mantenimiento?
		34	¿Considera al departamento de Mantenimiento tan importante como el de Operación o Producción?
Percepción de las jerarquías superiores de Mtto.	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía.	1	¿Existe una Carta o Estructura o Diagrama o Mapa Organizacional u Organigrama en su compañía?
		2	¿Existe un diagrama organizacional específico para mantenimiento?
		3	¿Conoce las personas que conforman la fuerza de trabajo o mano de obra en mantenimiento?
		4	¿La mano de obra corresponde con el diagrama organizacional?
		5	¿Cada posición jerárquica de la estructura organizacional de mantenimiento corresponde con el trabajo real?
		6	¿Piensa usted que es útil o no, hacer que las tareas de mantenimiento las realice directamente el Personal de producción?
		7	¿Piensa que es útil darle a mantenimiento el poder de decisión para definir su propia política así como sus medios de acciones?
		8	¿Puede mantenimiento decidir cuándo reparar o modificar el equipo y la maquinaria estratégica?

		9	¿El mantenimiento participa en la compra de nuevos equipos?
	Posición de la Mano de Obra del Mantenimiento dentro de la Compañía.	10	¿Aplican los mismos criterios de promoción, ascenso o impulso para el personal tanto en producción como en mantenimiento, en sus carreras profesionales?
		11	¿Son las posibilidades de promoción, ascenso o impulso iguales para el personal de producción y de mantenimiento?
		12	¿Utiliza la misma estructura de pago para el personal de producción que para el de mantenimiento?
		13	¿Utiliza la misma estructura de bonos y premios para el personal de producción que para el de mantenimiento?
		14	¿Tienen en su empresa el mismo trato y oportunidades de mejora el personal de producción y el de mantenimiento?
		15	¿En su jubilación, puede una persona del mantenimiento esperar lograr el mismo alto nivel que sus contrapartes de la producción?
		16	¿La gerencia del área o de la planta, en su compañía viene de mantenimiento o de operación?
		17	¿Conoce los costos globales de Mantenimiento?
	Opinión de Mantenimiento.	18	¿Qué parte del presupuesto de trabajo es consumido por mantenimiento?
		19	¿Piensa que el nivel técnico de las intervenciones ejecutadas y realizadas por mantenimiento es provechoso a la compañía?
		20	¿Piensa que mantenimiento ayuda a lograr las metas y los objetivos de operación, funcionalidad de equipos y de su empresa?

		21	¿Desde este punto de vista, piensa que los costos de mantenimiento están justificados?
		22	¿Piensa que el mantenimiento puede ayudarle a mantener una alta disponibilidad en sus equipos?
		23	¿Piensa que el mantenimiento puede ayudarle a mejorar la seguridad y el entorno de trabajo?
		24	Considerando sus respuestas, ¿en cuales categorías usted ubicaría al mantenimiento?
	Importancia dado el Significado Financiero	25	Conoce el presupuesto para el mantenimiento?
		26	¿Hay las líneas presupuestarias específicas y detalladas (mano de obra, repuestos, insumos, herramientas, capacitación, entre otras), para las diferentes actividades del mantenimiento?
		27	¿Son estas líneas presupuestarias específicas suficientes?
		28	¿Tiene un presupuesto específico para el entrenamiento del personal del mantenimiento?
		29	¿Piensa que este presupuesto cubre las necesidades de entrenamiento?
		30	¿Tiene algunos indicadores e índices para ayudarle a mantenimiento a gestionar, manejar y mejorar sus costos y presupuesto?
		31	¿Para mejorar el rendimiento, desempeño o funcionamiento, usted utiliza a menudo algunos indicadores?
Percepción del mantenimiento	Importancia dada a la Organización.	1	En caso de falla o de pérdida de funcionalidad de los equipos, quien reporta el daño?
		2	Después de una intervención o reparación, ¿se anotan los detalles del trabajo realizado?

		3	¿Hay un intercambio permanente de información de los detalles de los trabajos entre producción y mantenimiento?
		4	En la práctica, ¿la organización permite estos intercambios?
		5	¿Dónde archiva la información y los detalles de los trabajos realizados por mantenimiento?
		6	¿Hay preparación de las intervenciones rutinarias de mantenimiento?
		7	¿Hay preparación de los trabajos e intervenciones especiales (no ocasionales) en las máquinas que afectan la operación?
		8	¿Tiene una oficina técnica que sea parte de mantenimiento?
	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos.	9	Para las operaciones del mantenimiento, ¿se elabora un informe de la ejecución?
		10	¿Se comprueban las horas trabajadas reales?
		11	Están descritas y relacionadas de forma detallada, las piezas de repuestos utilizadas y los artículos registrados?
		12	¿Recibe información el departamento de Mantenimiento en caso de que sea Operación quien repare o intervenga las máquinas?
		13	¿Se analiza y se evalúan dichos informes de ejecución de trabajos en las máquinas?
		14	¿Qué se hace con los reportes de tiempo de las intervenciones de trabajos realizados en las máquinas?
		15	¿Qué se hace con los informes de repuestos, de los consumibles o insumos usados en los trabajos de mantenimiento?
		16	¿Existe un análisis serio de los informes sobre los trabajos de mantenimiento, en términos de tiempos y recursos?

		17	¿Hay una actualización permanente de la información?
		18	Al analizar la información de las actividades de mantenimiento, ¿piensa que hay buena retroalimentación al personal técnico?
	Mantenimiento Preventivo.	19	¿Existe un programa de Mantenimiento Preventivo?
		20	¿Comprueban permanente y sistemáticamente el estado de funcionalidad de las máquinas y de los equipos?
		21	Existen Manuales de información técnica y detallada para estas revisiones permanentes de los diferentes equipos?
		22	¿Se revisan todas las máquinas permanentemente?
		23	¿Es factible reconocer las mejoras referentes a las máquinas que se revisan permanentemente?
		24	¿Cómo se miden y cómo se evalúan estas mejoras?
		25	¿Las actividades de mantenimiento se reportan completamente en los informes y estudios que se realizan normalmente?
26	¿Existe algún reporte o informe de los trabajos realizados de mantenimiento sobre intervenciones Preventivas o predictivas?		
Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	Registros Históricos	1	¿Sabe qué máquinas son estratégicas para la Producción?
		2	¿Sabe por qué se consideran estratégicas?
		3	¿Actualiza de forma continua el expediente del historial de estas máquinas?
		4	¿Está la parte de mediciones y registros de la Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad en los registros históricos?
		5	En su área, ¿conoce qué máquinas son problemáticas?
		6	¿Existe un programa de Mantenimiento Preventivo para las máquinas?

		7	¿Tiene un sistema de gestión para las paradas grandes (overhaul) en su empresa?
		8	En mantenimiento preventivo y/o predictivo, hace una buena planeación en frecuencias y tiempos de estas paradas planeadas?
		9	¿Hay una preparación detallada de las intervenciones durante estas paradas previstas?
		10	¿Hay un registro histórico de todos los trabajos planeados de mantenimiento?
		11	¿Existe un registro histórico de las Intervenciones correctivas?
		12	¿Tiene un historial de todas las pérdidas de funcionalidad (disponibilidad) (externa o interna) de sus máquinas y equipos?
	Análisis de los datos y de las informaciones.	13	Se registra las paradas imprevistas - Down Time en todas las máquinas y equipos al ocurrir ?
		14	¿Registra las causas de la parada de las máquinas?
		15	¿Se analizan en los valores de disponibilidad de las máquinas los datos por paradas imprevistas, fallas y mantenimientos planeados?
		16	¿Se hacen análisis de la relación de Mantenimientos Correctivos (No Planeados) y Preventivos Predictivos (Planeados)?
		17	¿Hay un informe global de paradas, horas, mantenimientos, confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de equipos?
		18	¿Este informe es conocido para todas las máquinas Estratégicas?
		19	¿Tiene índices con rangos de aceptación o no para la relación Mantenimientos Preventivo & Predictivo / Mantenimientos Correctivo?

		20	¿Utiliza este Indicador Preventivo / Correctivo para mejorar el programa de mantenimiento?
		21	¿Mide el nivel de satisfacción de trabajos realizados de mantenimiento después de hacerlos, en el personal de Operación?
		22	¿A todos los trabajos de mantenimiento se les registra en el programa informático y se les hace un informe?
Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento.	1	¿Conoce los costos de Mantenimiento en detalle?
		2	¿Mantenimiento permanentemente registra y actualiza los costes de los diferentes trabajos que realiza en los equipos?
		3	¿Tiene buenos registros de datos referentes a los costos de mantenimiento?
		4	¿Usted utiliza un formato especial para asentar datos de costos cada intervención de mantenimiento?
		5	¿Hay un informe formal de costos de la ejecución de todos los trabajos de mantenimiento?
		6	¿Existen planillas de registro de los tiempos de ejecución de los trabajos de mantenimiento?
		7	¿Registra en dicho informe los repuestos, los consumibles y los insumos utilizados en cada trabajo?
		8	¿Hay algún análisis técnico de los recursos humanos, materiales, tiempos y repuestos usados en cada trabajo de mantenimiento?
		9	¿Se revisan periódicamente los costes de la ejecución de Mantenimientos Planeados (Preventivos o Predicativos)?

		10	¿Se revisan periódicamente los costes de la ejecución de Mantenimientos No Planeados (Correctivos / Modificativos)?
		11	¿Se realizan acciones de mejora a partir del análisis de costos de trabajos realizados en mantenimiento?
		12	¿Se utiliza algún Indicador de la relación Costos Preventivos- Predictivos /Correctivos para cada máquina?
		13	¿Se utiliza el informe general de costos para hacer evaluaciones y mejoras al programa Mantenimiento Preventivo Predictivo?
	Análisis del sistema actual.	14	¿Siempre utiliza índices de costos?
		15	¿Hay siempre un tratamiento técnico para los costos?
		16	¿Tiene un proceso de análisis específico para los Costos Preventivos Predictivos?
		17	¿Se realiza un análisis serio de la contabilidad de costos de mantenimiento periódicamente?
		18	¿Tiene una estructura técnica seria para llevar a cabo el análisis de la contabilidad de costos de mantenimiento?
		19	¿Utiliza el análisis permanente de su contabilidad de costos de mantenimiento para manejar sus servicios de mantenimiento?
20	¿Es el informe de los costes de mantenimiento Preventivo/Correctivo conocido y seguido siempre?		
Métodos y preparación de	Preparación del Trabajo.	1	¿Para los trabajos planeados, usted prepara los Recursos Humanos necesarios?
		2	¿Para los trabajos planeados y previstas, usted prepara el equipo?

trabajos de mantenimiento.		3	¿Para los trabajos previstos, usted prepara las herramientas necesarias, principalmente herramientas específicas?	
		4	¿Para los trabajos previstos, usted prepara la documentación técnica necesaria?	
		5	¿Para los trabajos planeados de mantenimiento, usted prepara antes el equipo necesario de medición?	
		6	¿En general, hace una valoración general previa para los trabajos planeados de mantenimiento?	
		7	¿Se respeta los tiempos, días y fechas de los trabajos planeados de mantenimiento?	
		8	¿Antes de preparar ciertos trabajos, realiza una inspección preliminar?	
		9	¿Para qué tipos de trabajos de mantenimiento, se hace un análisis previo de la situación?	
		10	¿Para qué tipos de intervención usted revisa previamente la documentación técnica?	
		11	¿Cuándo se realizan trabajos complejos de mantenimiento, preparan de forma previa a los diferentes especialistas?	
		12	¿Cuándo se planea un trabajo de mantenimiento, en qué momento se hace la planeación del mismo?	
		Historia cronológica de los trabajos	13	¿Utiliza una metodología formal para planear y programar los trabajos previstos de mantenimiento?
			14	¿Existe un informe de ejecución formal para las actividades del mantenimiento?

		15	¿La ejecución del trabajo para el Mantenimiento Preventivo, está basado en procedimientos estándares de operación?
		16	¿Con ayuda de quienes han sido elaboradas estas formas o procedimientos?
		17	¿Hay un tratamiento técnico formal de las solicitudes, de las órdenes y del informe de horas de los trabajos de mantenimiento?
		18	¿Existen trabajos de Mantenimiento sin una solicitud o una orden formal?
		19	¿Hay un análisis entre lo planeado y lo gastado realmente en horas, repuestos, costos, etcétera de los trabajos planeados?
	Análisis de los sistemas actuales.	20	¿Hay estadísticas históricas sobre la naturaleza de las solicitudes de trabajos de mantenimiento exigidas?
		21	¿Se revisan permanente las solicitudes de trabajos de mantenimiento?
		22	¿Calcula los costos de ejecución para el Mantenimiento Preventivo?
		23	¿Calcula el tiempo de ejecución para el Mantenimiento Preventivo?
		24	¿Calcula los costos de ejecución para el Mantenimiento Correctivo?
		25	¿Calcula los tiempos de ejecución para el Mantenimiento Correctivo?
		26	¿Utiliza índices para comparar los costes de mantenimiento Preventivo y Correctivo?
		27	¿Utiliza índices para comparar los tiempos de ejecución del Mantenimiento Preventivo y Correctivo?
		28	¿Utiliza estos índices para mejorar el programa de Mantenimiento Preventivo?
29	¿Cómo se siguen los datos y los índices?		

	Trabajos de la mejora.	30	¿Ha hecho mejoras a sus equipos o máquinas?
		31	¿Ha participado en grupos de trabajo para el análisis de mejoras sugeridas a sus equipos o máquinas?
		32	¿Hace estudios de beneficios antes de comenzar la implementación de mejoras en los equipos o máquinas?
		33	¿Utiliza los mismos procedimientos para mejorar las infraestructuras y los edificios?
		34	¿Tiene personal especializado o un departamento analice los estudios de rediseños o mejoras?
		35	¿Quién puede proponer los estudios de la mejora con respecto a las máquinas o equipos?
	36	¿Quién puede proponer los estudios de la mejora con respecto a la infraestructura?	
	Mantenimiento Preventivo	37	¿Existe un programa para Mantenimiento Preventivo?
		38	¿Quién elabora la planeación para la lubricación y las inspecciones preventivas y predictivas?
		39	¿Conoce los tipos de lubricantes y los tipos de aceites necesarios para todas sus máquinas?
		40	¿Quién define los procedimientos de operación para la lubricación y el engrase?
		41	¿Utiliza un sistema de registro y control para todas las visitas programadas de lubricación y tribología?
42		¿Quiénes realizan el control y los registros de las rutas de lubricación y engrase?	

		43	¿Se analizan los volúmenes de solicitudes de trabajos de mantenimiento, los departamentos y las personas que las hacen?	
		44	¿Calcula la estadística de acuerdo a la proporción de costos de Mantenimiento Preventivo y de Mantenimiento Correctivo?	
		45	¿Calcula la estadística de la proporción de horas registradas de Mantenimiento Preventivo y de Mantenimiento Correctivo?	
	Piezas de Repuesto.		46	¿Define las piezas de repuesto necesarias para cada intervención planeada?
			47	¿Qué sección o que persona define estas necesidades?
			48	¿Qué papel desempeña el departamento de mantenimiento en el sistema de inventarios de repuestos?
			49	¿Analiza la información sobre las piezas de repuesto obtenidas de los informes de la intervención?
			50	¿Comprueba la conformidad y las referencias de las piezas de repuesto recibidas?
			51	¿Es usted responsable de actualizar regularmente el catálogo de piezas de repuesto?
			52	¿Usted asigna los costos de las piezas de repuesto?
			53	¿Utiliza indicadores para revisar, controlar y administrar los costos de los repuestos?
			54	¿Participa en la elaboración de criterios para la adquisición y reabastecimiento de los repuestos e insumos de mantenimiento?
55	¿Participa en las decisiones referentes la subcontratación de ciertas tareas del mantenimiento?			

	Documentación Técnica	56	¿Utiliza la documentación técnica durante la preparación de los trabajos de mantenimiento?
		57	¿Es fácil el acceso a la documentación técnica?
		58	Si usted necesita la documentación, ¿dónde puede usted encontrarla?
		59	Cuándo consulta un documento, ¿está seguro de su confiabilidad?
		60	¿Encuentra fácilmente los temas referentes a su trabajo?
		61	¿Está satisfecho con el sistema de codificación y actualización de la documentación técnica?
		62	¿El sistema permite que encuentre la información eficientemente?
		63	¿Existe un sistema informático para los archivos de la máquina, los archivos de los estándares y otros archivos técnicos?
		64	¿Estos documentos se consultan con frecuencia?
		65	¿Estos archivos son actualizados regularmente?
		66	¿Las modificaciones en el equipo se basan siempre en la Documentación Técnica?
Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.	Programación del Trabajo.	1	¿Utiliza un formato específico para solicitar una intervención a otro servicio?
		2	¿Utiliza un formato similar para las intervenciones no programadas (reparaciones)?
		3	¿Existe un procedimiento administrativo bien definido para estos formatos?
		4	¿Estos formatos se registran en cada paso del debido proceso administrativo o conducto regular?
		5	¿Hay un informe de ejecución en el mismo documento?

		6	En caso de intervención prevista, ¿quién lleva a cabo la preparación del trabajo?
		7	¿En caso de parada necesaria de las máquinas estratégicas, lo obtuvo fácilmente desde producción?
		8	¿Hace generalmente una estimación del tiempo necesario para las intervenciones planeadas?
		9	¿Se respetan el horario de tiempo?
		10	¿Conoce la proporción de las intervenciones imprevistas en relación a las intervenciones previstos?
		11	¿Para cual equipo tiene manuales de reparaciones de mantenimiento?
		12	¿Hay una clasificación central para todos los manuales?
		13	¿Estos manuales se traducen a español para sus técnicos?
	Programación de Trabajo y ejecución.	14	¿Tiene un sistema para definir prioridades en las intervenciones o actividades planeadas?
		15	Si no, ¿Cómo decide las prioridades de las intervenciones previstas?
		16	¿En qué se basa para aceptar un trabajo extra o suplementario?
		17	¿Calcula regularmente las cargas de trabajo?
		18	¿Cómo calcula su carga de trabajo?
		19	¿Actualiza regularmente este cálculo?
		20	¿Cómo asigna el tiempo y el número del personal requerido?
		21	¿Cómo define las herramientas necesarias?
		22	¿Cómo califica Usted el manejo que se le da a las herramientas y accesorios de mantenimiento en la empresa?

		23	¿Cómo es el proceso decisional de cambiar o reemplazar una pieza por un repuesto nuevo?
Manejo de inventarios.	Catálogo de Repuestos - Maestro.	1	¿Para cuántas de sus máquinas tiene usted un catálogo de repuestos?
		2	¿Tiene usted muchas copias de cada catálogo?
		3	¿Cuál es la razón de la no existencia de catálogos o del Maestro?
		4	¿Tiene usted la clasificación centralizada para catálogos?
		5	¿Para ciertos artículos generales, (artículos estándar) usa usted sólo la referencia de proveedor?
		6	¿Son puestos al día los catálogos de repuestos con regularidad?
		7	¿Son la mayor parte de sus catálogos en su propia lengua?
	Registro de retiro y destinación de las repuestos	8	¿Es registrado cada repuesto saliente?
		9	¿A través de qué documento o proceso se reciben las solicitudes de repuestos o piezas de recambio?
		10	¿Controla usted la conformidad, la calidad y las referencias de los repuestos recibidos?
		11	¿Hay un control de la destinación final de repuestos costosos?
		12	¿Si usted nota una anomalía (procesos sospechosos) en el manejo de repuestos, qué hace Usted?
		13	¿Tiene usted un sistema eficaz para asignar materiales, repuestos e insumos a las órdenes de trabajo?
		14	¿Se le hace un buen seguimiento a este sistema de asignación y uso de repuestos?

		15	¿Hay un control final acerca de los pasos del proceso del uso de repuestos?
		16	¿Se hace un análisis permanente de la cantidad de los repuestos solicitados y los usados realmente?
		17	¿Analizan permanentemente los valores de los repuestos que se compran y/o se usan?
	Listas de repuestos.	18	¿Usa usted un sistema de control al inventario sobre la disponibilidad de repuestos?
		19	¿Con que frecuencia pone al día la empresa el estado del inventario (cantidades disponibles) de repuestos?
		20	¿Verifica usted la disponibilidad sólo basada en el listado o también controlando físicamente en almacén?
		21	¿Con frecuencia nota usted diferencias entre las cantidades catalogadas y las cantidades físicas?
		22	¿Con que frecuencia se hacen inventarios físicos reales en los almacenes de repuestos?
		23	¿Qué porcentaje de artículos de reserva para emergencias (stock)?
		24	¿Usa Usted frecuentemente el maestro y los catálogos de repuestos?
		25	¿En la catalogación de repuestos usan ustedes sistemas internacionales de homologación e identificación de repuestos?
		26	¿Usa usted la referencia de proveedor?
27	¿Usted usa el código de ubicación física?		
28	¿Usted usa una cantidad de reserva en los diferentes repuestos?		

		29	¿Usted usa registro y fechas?
		30	¿Usted usa cuestionarios y fechas?
		31	¿Usa usted la reserva máxima? MÁXIMOS
		32	¿Usa usted la reserva mínima? MÍNIMOS
		33	¿Usa Usted la cantidad ordenada EOQ Pedido Óptimo o definida por un software o algún funcionario pertinente?
		34	¿Usan en su empresa solicitudes u órdenes de pedido para retiro de repuestos de almacén?
		35	¿En el manejo de inventarios son importante para su empresa los precios de los repuestos por parte de sus proveedores?
	Dirección de repuestos	36	¿Se controla que siempre existan los MÍNIMOS definidos en los repuestos?
		37	¿Se hace seguimiento a los procesos de compras de repuestos en inventarios en su empresa?
		38	¿Se controla que siempre NO exista más stock que el MÁXIMO definido en los niveles de repuestos?
		39	¿Es automatizado el control de máximos y mínimos en inventarios en su compañía?
		40	¿Existe planeación de la demanda por métodos serios de pronósticos re repuestos?
		41	¿Practica su empresa la metodología de Inventarios Push MTS Pull MTO Frozen MTF?
		42	¿Tiene usted una o varios almacenes o bodegas para abastecer sus repuestos?

		43	¿Existen un Grupo Primario de Personas que definen políticas de inventarios y reabastecimientos de repuestos?
		44	¿Están codificada la ubicación de las partes incluidas en su sistema de dirección?
		45	Sabe (conoce) Usted cuáles repuestos que tienen un alto volumen de uso y rotación?
		46	¿Usan en su empresa sistemas de código de barras computarizado para la administración de repuestos en almacenes?
		47	¿Hay procesos de control para que no existen agotados, excesos y obsoletos en los repuestos de inventarios?
	Compras y Suministro de reserva.	48	¿Nota usted tardanzas importantes del suministro de ciertos repuestos?
		49	¿Analizan las causas de las tardanzas?
		50	¿Hay un buen procedimiento en los procesos de compras de repuestos y reabastecimiento periódico de almacén?
		51	¿Qué papel juega la Oficina Técnica de Mantenimiento en el sistema de nuevo pedido de repuestos?
		52	¿Recibe usted solicitudes de compra de repuestos de varios departamentos de la Empresa?
		53	¿Se hace seguimiento eficaz a los pedidos y compras de repuestos críticos e importantes?
		54	¿Se revisa con análisis estadístico las referencias de repuestos que no tienen rotación, se hacen ajustes para evitarlo a futuro?

		55	¿Para cubrir sus necesidades para el año y principalmente cubrir el imprevisto, se siente usted obligado a pedir más de lo necesario en ciertos repuestos?
		56	¿Si ésta es la situación, cómo evita Usted que no hayan agotados en repuestos en su empresa?
Qué es lo que cada quién hace..... en mantenimiento?	mantenimiento	1	¿Quiénes hacen la preparación de las actividades planeadas de mantenimiento?
		2	¿Quién planea, programa y genera la logística de las tareas predictivas, preventivas o planeadas de mantenimiento?
		3	¿Quién define los repuestos, consumibles y accesorios a usar en las intervenciones planeadas de mantenimiento?
		4	¿Quién está a cargo y es responsable de la documentación técnica y de su actualización?
		5	¿Quién es el responsable de la codificación de información en el software y/o ERP, de los contenidos técnicos de los trabajos?
		6	¿Quién actualiza la información técnica?
		7	¿Quiénes controlan las mediciones de variables en los equipos, que inciden en mantenimiento?
		8	¿Quiénes revisan los equipos y analizan su caso, antes y de forma previa a las intervenciones de mantenimiento?
		9	¿Quién decide los tiempos que se asignan al personal de mantenimiento, para hacer las intervenciones y tareas en equipos?
		10	¿Quién define las prioridades de los trabajos de mantenimiento?

		11	¿Quién procesa y analiza la información y datos derivados de los trabajos de mantenimiento?
		12	¿Quiénes reciben los análisis de los datos y resultados de los trabajos realizados en mantenimiento?
		13	¿Quién lleva a cabo análisis estadísticos, de los tiempos, repuestos, recursos que se derivan de los diferentes trabajos?
		14	¿Quiénes estiman las cargas laborales de personas en mantenimiento?
		15	¿Quiénes hacen un análisis global y específico de los costos de mantenimiento?
		16	¿Quiénes analizan los costos de los mantenimientos planeados: predictivos y/o preventivos?
		17	¿Quiénes pronostican o estiman las cantidades de repuestos, sus frecuencias y cantidades de reabastecimiento?
		18	¿Quiénes autorizan y lanzan las órdenes de compra de repuestos?
		19	¿Quién revisa la conformidad en calidad y criterios técnicos de los repuestos que se compran?
		20	¿Quién chequea los niveles de inventarios?
		21	¿Quiénes establecen los parámetros financieros y técnicos de las compras de repuestos y proveedores?
Seguridad.	22	¿Quién está a cargo de la aprobación de los trabajos de ingeniería y mantenimiento?	
	23	¿Quién es el responsable de la seguridad de las personas, equipos e instalaciones?	

		24	¿Quién está a cargo de la seguridad en el departamento de mantenimiento?
		25	¿Quién analiza estadísticamente los riesgos y accidentes laborales de mantenimiento?
		26	¿Quién analiza los reportes de los accidentes?
		27	¿Quién se encarga de valorar y predecir riesgos, definir las precauciones y evitar riesgos?
		28	¿Quién se encarga de proteger los equipos y evitar accidentes con ellos?
		29	¿Quién es el responsable en capacitar al personal en accidentes, riesgos y precauciones laborales?
Recursos Humanos de Mantenimiento.	Proporciones de mano de obra.	1	¿Usan Indicadores para la administración del recurso humano?
		2	¿Usa Usted índices o criterios técnicos para decidir si aumentar o disminuir la mano de obra?
		3	¿Evalúan en su empresa la productividad laboral del personal de mantenimiento?
		4	¿Entre el personal de mantenimiento especializado, es conocido por ellos su desempeño, productividad y resultados?
		5	¿Entre el personal de mantenimiento no especializado, es conocido por ellos su desempeño, productividad y resultados?
		6	¿Conoce usted el número del personal de mantenimiento?
		7	¿Conoce usted el número de personal de ejecución en el mantenimiento?

		8	¿La proporción de personal de ejecución frente a cantidad de personal especializado le permite trabajar de manera eficiente?
		9	¿Le parece útil tener indicadores de control entre el personal de producción / personal de mantenimiento?
		10	¿Considera usted que es útil seguir la proporción entre el personal de mantenimiento / mano de obra total?
	Mano de obra de Mantenimiento.	11	¿Conoce usted la mano de obra de Mantenimiento?
		12	¿Conoce usted el número del personal de dirección de Mantenimiento?
		13	¿Hay diferencias relevantes entre el personal real y el personal descrito en el organigrama de mantenimiento?
		14	¿Conoce usted el número de personas dedicadas a la ejecución de trabajos?
		15	¿Hay diferencias significativas entre el número de trabajadores de ejecución real y el planeado en el organigrama?
		16	¿Tiene usted la posibilidad de aumentar o disminuir su personal?
		17	¿Hay escasez de trabajo calificado en Mantenimiento en la región geográfica de su empresa?
18		¿Se queja usted de procedimientos lentos administrativos en el reclutamiento de nuevo personal?	
19		¿La mano de obra física de mantenimiento le permite finalizar completamente la cantidad de trabajo y en la programación de tiempo prevista?	
		20	¿Planifica Usted trabajos preventivos predicativos de mantenimiento?

	Proporción programada de trabajo / mano de obra mantenimiento.	21	¿Tiene usted una programación acerca de la carga de trabajo del personal de ejecución?
		22	¿El equipo preventivo es permanente?
		23	¿En qué momento se prepara la asignación de recursos humanos en caso de tareas de Mantenimiento?
	Motivación y productividad del personal.	24	¿Estima usted el tiempo necesario para un trabajo planeado de mantenimiento?
		25	¿Es respetado el tiempo de la tarea de mantenimiento?
		26	¿Controla usted la proporción de ausentismo del personal de Mantenimiento?
		27	¿Qué piensa usted en la proporción de ausentismo?
		28	¿Cuándo usted y analiza las causas de ausencia de motivación, concluye usted que esto es debido a un entrenamiento inadecuado?
		29	¿Cuándo usted analiza las causas de falta de motivación, concluye usted que esto es debido a la falta de una indumentaria adecuada?
		30	¿Cuándo usted analiza las causas de ausencia de motivación, concluye usted que esto es debido a la documentación técnica inadecuada?
		31	¿Cuándo usted analiza las causas de ausencia de motivación, concluye usted que esto es debido a la falta de planos e información técnica actualizada?
		32	¿Cuándo usted analiza las causas de falta de motivación, concluye usted que esto es debido a problemas creados por la falta de preparación de trabajos?

		33	¿La persona responsable de planeación de los trabajos de mantenimiento tiene la información necesaria para hacer un trabajo eficaz?
		34	¿Hay un problema de sincronización y de información entre las personas encargadas de realizar los trabajos de mantenimiento?
Recursos Materiales de Mantenimiento.	Documentación Técnica.	1	¿Tiene usted un inventario detallado y puesto al día de su equipo?
		2	¿Tiene usted planos y dibujos para sus equipos?
		3	¿Para cuántos de sus equipos tiene usted el plan de mantenimiento y manuales para reparar?
		4	¿Para cuales intervenciones usa usted la documentación técnica?
		5	¿Dónde consulta usted dibujos, diagramas y manuales?
		6	¿Existe un sistema de documentación para archivos de máquina, archivos estándar y otros archivos técnicos?
		7	¿Posee usted varias copias idénticas de la documentación?
		8	¿Son traducidos los manuales a un lenguaje entendible por sus técnicos?
		9	¿Quién puede pedir o solicitar la renovación de documentación técnica?
		10	¿Quién puede pedir o solicitar la nueva documentación técnica?
	Instrumentos y Equipos.	11	¿Tiene cada trabajador sus propios instrumentos?
		12	¿Existen instrumentos generales para el uso común?
		13	¿Estos instrumentos generales son suficientes para sus intervenciones?
		14	¿Son almacenados estos instrumentos generales en un lugar específico?

		15	¿También tiene usted instrumentos especiales especificados por los fabricantes de equipo?
		16	¿Los instrumentos especiales son suficientes para todas sus intervenciones?
		17	¿Son renovados los instrumentos especiales con regularidad?
		18	¿Con regularidad hace usted un inventario de instrumentos generales y especiales?
		19	¿Subcontrata usted debido a una carencia de recursos humanos o instrumentos?
		20	¿Quién puede pedir la compra de equipos o aparatos nuevos para renovar instrumentos existentes viejos o desactualizados?
		21	¿Quién puede pedir la compra de instrumentos nuevos o especiales?
	Infraestructura.	22	¿Hay en el espacio físico de su empresa sitios especiales destinados solo para hacer reparaciones?
		23	¿Dichas ubicaciones son convenientes para usted?
		24	¿Tiene usted una ubicación o talleres para la producción de partes o repuestos para reparaciones de emergencia?
		25	¿Tiene usted un lugar designado para almacenar sus instrumentos?
		26	¿Tiene usted una ubicación especial para la oficina técnica?
		27	¿Tiene usted un espacio físico especial para ensamblar piezas, subconjuntos, repuestos o partes de máquinas; que se usan en mantenimientos posteriores?
Entrenamiento	Importancia del entrenamiento.	1	¿Tiene usted un presupuesto específico para entrenar el personal de mantenimiento?

		2	¿Sabe usted si el presupuesto que se asigna al entrenamiento para mantenimiento siempre es utilizado?
		3	¿Estima usted que su presupuesto cubre las necesidades de entrenamiento?
		4	¿Recibe el personal recién vinculado un entrenamiento básico de su empresa?
		5	¿Más tarde siguen ellos con entrenamientos adicionales especiales y profundos para su crecimiento y mejoramiento de su productividad?
		6	¿Con que frecuencia es enviado el personal a un entrenamiento?
		7	¿Si usted ha estado en el entrenamiento, está de acuerdo con esto en su trabajo?
		8	¿Si su personal ha sido entrenado, corresponde esto a la ocupación y al puesto de trabajo que desempeña?
		9	¿En su empresa se usa el conocimiento adquirido en el entrenamiento y capacitación para mejorar sus condiciones de trabajo?
		10	¿Cómo una persona responsable, con regularidad participa usted en cursos de capacitación por iniciativa propia?
		11	¿Quién decide cual personal debe ser enviado a entrenamiento?
		12	¿Antes ser enviado a entrenamiento, hay allí una discusión previa sobre las necesidades de capacitación de su departamento?
		13	¿Se hacen presentación al resto del personal, el conocimiento recién adquirido por los que asisten a entrenamientos o a cursos?
		14	¿Son organizados los cursos de capacitación por la empresa?

		15	¿Son organizados cursos específicos de capacitación en la empresa o en otra parte?
		16	¿Cuántas semanas de entrenamiento ha recibido usted durante los doce meses pasados?
		17	¿Fueron tenidas en cuenta sus ideas y observaciones durante este entrenamiento?
		18	¿Tienen ustedes un método para medir la eficacia de los entrenamientos y seminarios?

El Instrumento de Medición se le aplica a los tres niveles de Ingeniería de Fábricas: Mantenimiento, operación y Gerencia de Fábricas, en cada uno de ellos, en al menos cuatro funcionarios, previamente seleccionados, para que posean un buen conocimiento de las áreas y criterios de personalidad, como técnicos avanzados que les permitan realizar un buen rol en el proceso de diagnóstico.

El Instrumento ASAF abarca los tópicos que se abordan totalmente en los campos y tópicos totales de mantenimiento, de manera exhaustiva y excluyente.

Durante el diligenciamiento del Instrumento de medición se brinda un sutil acompañamiento (para evitar sesgo), el cual es suficiente para reorientar o profundizar en el Instrumento de medición en caso de ser necesario cuando surgen dudas en los diferentes tópicos.

Ilustración 27. Identificación del Instrumento de Medición.

A S A F – Análisis de Situación Actual y Futura de Ingeniería de Fábricas						
Compañía:			País:			
DATOS	Dirección					
	Ciudad					
	Zip Code	PO Box				
	Departamento					
	Teléfono	Fax				
Maintenance Manager						
	Nombre y Apellido	Función	Nivel	Edad	Años vinculado	
Participantes						
<input checked="" type="radio"/>	1 - Gerente, Presidente o Director	Elvis Espinoza				Print
<input type="radio"/>	2. Produccion					Print
<input type="radio"/>	3. Mantenimiento					Print
<input type="radio"/>	4. Mostrar toda la seccion					
						Date: <input type="text"/>

Ilustración 28. Muestra del resultado del Instrumento de Medición ASAF

Temas	Valor de medición %	Capacidad de mejoramiento %
Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mto.)	0,00	100,00
Percepción de las jerarquías superiores de Mto.	0,00	100,00
Percepción del mantenimiento	0,00	100,00
Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	0,00	100,00
Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	0,00	100,00
Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	0,00	100,00
Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.	0,00	100,00
Manejo de inventarios.	0,00	100,00
Qué es lo que cada quién hace..... en mantenimiento?	0,00	100,00
Recursos Humanos de Mantenimiento.	0,00	100,00
Recursos Materiales de Mantenimiento.	0,00	100,00
Entrenamiento	0,00	100,00
TOTAL	0,000	100,000

3.4 Conclusiones de objetivo específico 2

En esta sección del capítulo del objetivo específico 2, se presenta con lujo de detalles la metodología, el instrumento de medición, las áreas, los tópicos, las sub-áreas y la forma de aplicación; de ASAF como método para la evaluación técnica y administrativa del mantenimiento en Zona Franca CELSIA.

La metodología ASAF busca optimizar las variables fidedignas del mantenimiento CMD mediante un enfoque Kantiano; pretendiendo encontrar los APIs o Asuntos de Potencial Importancia para las mejoras de Ingeniería de Fábricas y de Mantenimiento.

La metodología ASAF estudia 12 tópicos de mantenimiento, estos a su vez se subdividen en áreas de profundización, que buscan realizar una evaluación global total, integral y específica de la gestión y de la operación del mantenimiento.

El estudio ASAF identifica las fortalezas y debilidades de la gestión y de la operación del mantenimiento, de la cual se obtiene una optimización estratégica de esta, mediante la elaboración del Plan Estratégico de mejoras a partir del análisis de los resultados.

4 APLICACIÓN ASAF

4.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Aplicar la metodología ASAF en las áreas de ingeniería de fábricas de la planta Zona Franca CELSIA. - Nivel 3 - Aplicar – Escala de Bloom & Gagné.

4.2 INTRODUCCIÓN DE OBJETIVO ESPECÍFICO 3

El capítulo es el epicentro del proyecto, ya que en él se aplica el instrumento a cada uno de los doce Directivos y Funcionarios, seleccionados, cuatro por operación, cuatro por mantenimiento y cuatro por gerencia, que cubren las dos áreas de mantenimiento y operación, el capítulo muestra la secuencia de obtención de las mejoras prioritarias a realizar, en cada uno de los 12 tópicos y en cada una de las áreas y sub-áreas evaluadas, definiendo en cada caso las variables críticas susceptibles de mejora.

La sección muestra la evaluación técnica de los diferentes parámetros relevantes de ingeniería de mantenimiento y operación.

4.3 DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3

La participación seleccionada de Funcionarios, se toma dentro de los parámetros de selección previa de las Personas, las cuales deben poseer unos criterios muy claros del enfoque técnico, a la vez que deben estar en primera línea en el conocimiento del rodaje operativo y administrativo de la Empresa CELSIA.

4.3.1 Aplicación instrumental

La realización del Instrumento se lleva a cabo con acompañamiento de aclaración sutil a cada funcionario, seleccionado, las Personas, entre las cuales se corre el instrumento, son:

Ilustración 29. Funcionarios CELSIA de participación en ASAF

Cargo	Nombre del Colaborador	Instrumento/ Dependencia
Ingeniero de Calidad	Luis Gabriel Diaz Guao	Mantenimiento 1
Ingeniero de Regulación y Control	Jairo Andres Grass Arenas	Mantenimiento 1
Ingeniero Mecánico	Javier Henrique Hurtado	Mantenimiento 1
Ingeniero Electricista Gestión Técnica	Juan Pablo Luna Espitia	Mantenimiento 1
Ingeniero de Operación	Maria Fernanda Pedraza	Producción 1
Ingeniero Químico	Teobaldo Orozco	Producción 1
Ingeniero Analista de Operación	Diego Arbeláez	Producción 1
Ingeniero de Operación	Elías Baraque	Producción 1
Director Zona Franca	Alejandro Gomez	Gerencia 1
Director de Mantenimiento	Jose Rafael Serje Polo	Gerencia 1
Especialista de Compras	Fernando Duran	Gerencia 1
Jefe Gestión de Recursos	Luis Rafael Castro	Gerencia 1

4.3.1.1 Valoración por Áreas, Tópico y Variable

El proceso se lleva a cabo con los 12 instrumentos, en los 12 Tópicos, con Áreas, sub-áreas y Variables, se muestran en la *Ilustración 30*, *Ilustración 31*, *Ilustración 32*, *Ilustración 33*, *Ilustración 34*, *Ilustración 35*, *Ilustración 36*, *Ilustración 37*, *Ilustración 38*, *Ilustración 39*, *Ilustración 40* e *Ilustración 41*.

Ilustración 30. Resultados entre Vínculos entre Producción y Mantenimiento

		Gerente	Mantenimiento	Producción	
		% Real M	por mejorar %	% Real P	por mejorar %
1	CRÍTICO				
	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mto.)	1.77	67.28%	56.99%	59.93%
		1.77	Gerente	Mantenimiento	Producción
Tópico 1	VINCULOS ENTRE PRODUCCION Y MANTENIMIENTO	Promedio	1	1	1
1(a)	Comunicación y Relaciones	1.583	1.583	1.542	1.625
01)	¿Hay una línea de comunicación entre usted(Mantenimiento) y el personal de producción?	1.42	1.25	1.50	1.50
02)	¿Es fácil la comunicación entre departamentos y entre personas?	1.67	1.25	1.75	2.00
03)	¿Las demandas para intervenciones vienen desde Producción?	2.08	2.00	2.00	2.25
04)	¿Observa muchas intervenciones de Mantenimiento sin la consulta de Producción?	1.25	1.75	1.00	1.00
05)	¿Estas intervenciones se hacen en la forma de Mantenimiento Preventivo?	1.58	1.25	1.75	1.75
06)	¿Observa mucho tiempo perdido entre las demandas y las intervenciones?	1.50	2.00	1.25	1.25
1(b)	Método de Intervención	1.79	1.53	2.00	1.83
07)	¿Los operarios de producción también están desempeñando un papel en Mantenimiento?	2.50	2.25	2.75	2.50
08)	¿Los operarios son obligados a intervenir en vez de Mantener?	1.00	1.00	1.00	1.00
09)	¿Los operarios están registrando los detalles de sus intervenciones?	2.33	2.25	2.75	2.00
10)	¿El Mantenimiento registra los contenidos de las intervenciones de los operarios?	2.33	2.00	2.50	2.50
11)	¿Hay intervenciones para Mantenimiento sin una forma de ser completadas?	1.50	1.00	2.00	1.50
12)	¿Están registradas las demandas para las intervenciones ?	1.33	1.25	1.50	1.25
13)	¿Usted realiza un control de calidad despues de cada intervención?	1.83	1.50	2.00	2.00
14)	¿Existe un control formal de la información obtenida de los reportes de cada intervención?	1.58	1.25	1.75	1.75
15)	¿El equipo que es técnicamente mantenido es conocido por Mantenimiento?	1.67	1.25	1.75	2.00
1(c)	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	1.72	1.59	1.80	1.77
16)	¿Es usted directamente responsable del correcto funcionamiento de una o varia máquinas o de equipos?	1.75	1.75	1.75	1.75
17)	¿Existe un programa de Mantenimiento preventivo?	1.08	1.25	1.00	1.00
18)	¿La introducción del mantenimiento preventivo causa problemas?	1.42	1.50	1.00	1.75
19)	¿Usted ajusta (electricistas) o aprieta tuercas (mecánicos), tubos, accesorios, conexiones, etc.?	2.00	2.00	2.00	2.00
20)	¿Lubrica y ajusta regularmente sus máquinas?	1.75	1.50	2.00	1.75
21)	¿Conoce los tipos de lubricantes o los tipos de ajuste necesarios para cada una de sus máquinas?	1.75	1.75	2.00	1.50
22)	¿Visita sistemáticamente sus máquinas o equipos?	1.75	1.50	1.75	2.00
23)	¿Controla el estado de sus máquinas o equipos?	1.58	1.50	1.50	1.75
24)	¿Interviene de acuerdo a un programa regular?	1.58	1.50	1.75	1.50
25)	¿El programa se ha elaborado con la ayuda de la gente de producción?	2.33	1.75	2.75	2.50
26)	¿Existe un planeación de todas o unas partes de las operaciones, visitas y controles?	1.92	1.50	2.25	2.00
1(d)	Percepción de la Función de Mantenimiento por Producción	1.97	1.94	2.03	1.94
27)	¿Usted siempre llama Mantenimiento con procedimientos definidos?	1.58	1.50	1.50	1.75
28)	¿Respete estos procedimientos incluso en caso de averías o en circunstancias imprevistas?	1.83	1.50	2.00	2.00
29)	¿Llama a Mantenimiento en caso de la limpieza de sus máquinas?	2.25	2.50	2.50	1.75
30)	¿Llama a Mantenimiento en caso del control simple de niveles?	2.25	2.75	2.00	2.00
31)	¿Llama a Mantenimiento en caso de cambiar fusibles?	2.75	2.75	2.50	3.00
32)	¿Llama a Mantenimiento en caso de ajustes elementales?	1.58	1.75	1.75	1.25
33)	¿Divulga los detalles de la intervención por la producción al mantenimiento?	2.17	1.75	2.50	2.25
34)	¿considera al departamento de Mantenimiento tan importante como el de producción?	1.33	1.00	1.50	1.50

Ilustración 31. Resultados de percepción de las jerarquías superiores de mantenimiento

		Gerente			
		% Real M	por mejorar %	% Real P	por mejorar %
2	NO CRÍTICO		% Real G	% Real M	% Real P
	Percepción de las jerarquías superiores de Mtto.	1.39	80.65%	83.06%	77.82%
2(a)	Posición de la Estructura del Mantenimiento dentro de la Compañía	1.30	1.25	1.28	1.36
01)	¿Existe un diagrama organizacional en su compañía?	1.00	1.00	1.00	1.00
02)	¿Existe un diagrama organizacional específico para mantenimiento?	1.08	1.00	1.25	1.00
03)	¿Conoce la mano de obra en mantenimiento?	1.00	1.00	1.00	1.00
04)	¿La mano de obra corresponde con el diagrama organizacional?	1.00	1.00	1.00	1.00
05)	¿Cada posición de la jerarquía corresponde con el trabajo real?	1.33	1.25	1.50	1.25
06)	¿Piensa usted que es útil o de poco uso hacer que el mantenimiento dependa de la producción?	1.92	2.25	1.50	2.00
07)	¿Piensa que es útil darle mantenimiento el poder de decisión para definir su propia política así como sus medios de acciones?	1.17	1.00	1.00	1.50
08)	¿Puede el mantenimiento decidir cuando reacondicionar el equipo y la maquinaria estratégica?	1.50	1.75	1.25	1.50
09)	¿El mantenimiento participa en la compra de nuevos equipos?	1.67	1.00	2.00	2.00
2(b)	Posición de la Mano de Obra del Mantenimiento dentro de la Compañía	1.60	1.79	1.46	1.54
10)	¿Aplica los mismos criterios de la promoción para el personal de la producción y de mantenimiento en sus carreras profesionales?	1.58	1.50	1.50	1.75
11)	¿Son las posibilidades de promoción iguales para el personal de la producción y de mantenimiento?	1.67	1.75	1.50	1.75
12)	¿Utiliza la misma estructura de pago para el personal de producción que para el de mantenimiento?	2.17	2.25	2.25	2.00
13)	¿Utiliza la misma estructura de bonos para el personal de producción que para el de mantenimiento?	1.33	1.75	1.00	1.25
14)	¿Usted da las mismas ventajas al personal de producción en cuanto a mantenimiento?	1.17	1.50	1.00	1.00
15)	¿En su retiro, puede una persona del mantenimiento esperar lograr el mismo alto nivel que sus contrapartes de la producción?	1.42	1.75	1.25	1.25
16)	¿La gerencia en esta compañía viene de mantenimiento o de producción?	1.83	2.00	1.75	1.75
2(c)	Opinión de Mantenimiento	1.21	1.22	1.09	1.31
17)	¿Conoce los costos globales de Mantenimiento?	1.67	1.75	1.25	2.00
18)	¿Qué parte del presupuesto de trabajo es consumida por el mantenimiento?	1.25	1.00	1.25	1.50
19)	¿Piensa que el nivel técnico de los intervenciones ejecutadas realizadas por el mantenimiento es provechoso a la compañía?	1.08	1.25	1.00	1.00
20)	¿Piensa que el mantenimiento puede ayudar a lograr sus objetivos de funcionamiento?	1.08	1.25	1.00	1.00
21)	¿Desde este punto de vista, piensa que los costes de mantenimiento están justificados?	1.17	1.50	1.00	1.00
22)	¿Piensa que el mantenimiento puede ayudarle a mantener una alta disponibilidad en sus equipos?	1.17	1.00	1.00	1.50
23)	¿Piensa que el mantenimiento puede ayudarle a mejorar seguridad y el entorno de trabajo?	1.00	1.00	1.00	1.00
24)	Considerando sus respuestas, ¿en cuales categorías usted ubicaría al mantenimiento?	1.25	1.00	1.25	1.50
2(d)	Importancia dado el Significado Financiero	1.51	1.36	1.57	1.61
25)	Conoce el presupuesto para el mantenimiento?	1.33	1.50	1.00	1.50
26)	¿Hay las líneas presupuestarias específicas para las varias actividades del mantenimiento?	1.08	1.00	1.00	1.25
27)	¿Son estas líneas presupuestarias específicas suficientes?	1.67	1.75	1.50	1.75
28)	¿Tiene un presupuesto específico para el entrenamiento del personal del mantenimiento?	1.17	1.25	1.00	1.25
29)	¿Piensa que este presupuesto cubre las necesidades de entrenamiento?	2.17	1.75	2.25	2.50
30)	¿Tiene algunos cocientes para ayudarle a manejar sus costes?	1.75	1.25	2.50	1.50
31)	¿Para mejorar funcionamientos, usted utiliza a menudo cocientes?	1.42	1.00	1.75	1.50

Ilustración 32. Resultados de Percepción del Departamento de Mantenimiento

3	CRÍTICO	% Real M	Gerente por mejorar %	Mantenimiento % Real P	Producción por mejorar %
			% Real G	% Real M	% Real P
	Percepción del mantenimiento	1.69	74.52%	64.42%	58.17%
3(a)	Importancia dada a la Organización	1.43	1.28	1.31	1.69
01)	En caso de que falta o interrupción, ¿quién es informado por Production?	2.00	2.00	2.00	2.00
02)	Después de una intervención, ¿anota los detalles del trabajo realizado?	1.50	1.25	1.50	1.75
03)	¿Hay un intercambio sistemático de los detalles de los intervenciones entre la producción y el mantenimiento?	1.50	1.25	1.25	2.00
04)	En la práctica, ¿la organización permite estos intercambios?	1.25	1.00	1.00	1.75
05)	¿Dónde archiva la forma en la cual observa los detalles de su trabajo?	1.00	1.00	1.00	1.00
06)	¿Hay preparación de intervenciones rutinarias?	1.33	1.25	1.25	1.50
07)	¿Hay preparación de intervenciones en las máquinas que afectan la producción?	1.50	1.50	1.25	1.75
08)	¿Tiene una oficina técnica que sea parte de mantenimiento?	1.33	1.00	1.25	1.75
3(b)	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos	1.93	1.65	2.10	2.05
09)	Para las operaciones del mantenimiento, ¿se compone un informe de la ejecución?	1.75	1.50	1.75	2.00
10)	¿Se comprueban las horas trabajadas reales?	1.92	1.75	1.75	2.25
11)	Están las piezas de repuestos utilizadas y los artículos registrados?	1.83	1.25	2.00	2.25
12)	¿Recibe detalles en el departamento del mantenimiento en caso de intervenciones de Producción?	2.25	2.00	2.50	2.25
13)	¿qué hace con el informe de ejecución?	1.67	1.25	1.75	2.00
14)	¿Qué usted hace con las planillas de tiempo?	2.25	2.25	2.25	2.25
15)	¿Qué hace usted con las hojas de control de las piezas de repuesto y los artículos?	1.83	1.75	2.25	1.50
16)	¿Existe un tratamiento técnico de los documentos concenientes la demanda del trabajo, las planillas de tiempo y el reporte?	2.00	1.50	2.50	2.00
17)	¿hay una regeneración sistemática de la información después de procesar?	1.92	1.50	2.25	2.00
18)	Después de procesar, ¿piensa que la cantidad de retroalimentación es suficiente?	1.92	1.75	2.00	2.00
3(c)	Mantenimiento Preventivo	1.64	1.56	1.63	1.72
19)	¿Existe un programa de Mantenimiento Preventivo?	1.17	1.25	1.00	1.25
20)	¿Comprueba sistemáticamente las máquinas y equipos?	1.25	1.25	1.00	1.50
21)	Las instrucciones de funcionamiento existen para los controles sistemáticos?	1.58	1.50	1.75	1.50
22)	¿Cuántas máquinas se controlan sistemáticamente?	1.75	1.75	1.75	1.75
23)	¿Percibe resultados positivos referentes a las máquinas que se controlan sistemáticamente?	1.83	1.75	1.75	2.00
24)	¿Cómo mide usted esta mejora?	1.67	1.50	2.00	1.50
25)	¿Hay un informe de la ejecución que se refiere a operaciones de mantenimiento?	1.83	1.75	1.75	2.00
26)	¿Existe un reporte de Intervenciones Preventivas?	2.00	1.75	2.00	2.25

Ilustración 33. Resultados de conocimiento de la disponibilidad del equipo

			Gerente	Mantenimiento	Producción
		% Real M	por mejorar %	% Real P	por mejorar %
4	CRÍTICO				
	Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	1.66	60.23%	63.64%	64.20%
4(a)	Registros Historicos	1.44	1.192083333	1.521041667	1.61375
01)	¿Sabe qué máquinas son estratégicas para la Producción?	1.17	1.00	1.25	1.25
02)	¿Sabe porqué se consideran estratégicas??	1.33	1.00	1.50	1.50
03)	¿Actualiza el expediente del historial de estas máquinas?	1.42	1.00	1.50	1.75
04)	¿Esta la parte de Disponibilidad en los registros históricos?	2.06	2.00	2.00	2.25
05)	En su área, ¿conoce qué máquinas son problemáticas?	1.08	1.00	1.25	1.00
06)	¿Existe un programa de Mantenimiento Preventivo para las máquinas?	1.58	1.25	1.75	1.75
07)	¿Tiene un sistema de gerencia para la parada estacional?	1.25	1.00	1.25	1.50
08)	En mantenimiento preventivo, además de la parada estacional de la unidad, ¿tiene un planeamiento para la parada regular?	1.42	1.25	1.50	1.50
09)	¿Hay una preparación detallada de los intervenciones durante estas paradas previstas?	1.58	1.25	1.50	2.00
10)	¿Un registro historico existe para todos los intervenciones planeadas ?	1.25	1.00	1.25	1.50
11)	¿Existe un registro histórico de las Intervenciones correctivas?	1.42	1.25	1.50	1.50
12)	¿Tiene un historial de todas las pérdidas de disponibilidad (externa o interna) de sus máquinas y equipos?	1.74	1.31	2.00	1.87
4(b)	Análisis de los datos y de las informaciones	1.74	1.30	2.03	1.90
13)	Sigue el down time para todas las máquinas?	1.58	1.25	1.75	1.75
14)	¿Registra las causas de la parada de las máquinas?	1.67	1.25	1.75	2.00
15)	¿Sigue el índice de la disponibilidad de las máquinas que disciernen entre la interrupción, el mantenimiento preventivo, lubricar, etc...?	1.58	1.25	2.00	1.50
16)	¿Registra sobre las horas de la ejecución, la dosificación entre el Mantenimiento Preventivo y Correctivo?	1.83	1.25	2.00	2.25
17)	¿Es el el informe global conocido?	1.58	1.25	2.00	1.50
18)	¿Este informe es conocido para todas las máquinas Estratégicas?	1.92	1.25	2.25	2.25
19)	¿Tiene límites que sean aceptables o inaceptables para el Mantenimiento preventivo/Mantenimiento Correctivo?	1.92	1.75	2.25	1.75
20)	¿utiliza este cociente para mejorar el programa preventivo?	1.58	1.25	1.75	1.75
21)	¿Mide la tarifa de la satisfacción después de tareas de mejora?	1.83	1.25	2.25	2.00
22)	¿Hay intervencions del mantenimiento sin el uso de un informe?	1.92	1.25	2.25	2.25

Ilustración 34. Resultados de conocimiento de los costos de mantenimiento

			Gerente	Mantenimiento	Producción
		% Real M	por mejorar %	% Real P	por mejorar %
5	CRÍTICO		% Real G	% Real M	% Real P
	Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	1.84	74.38%	46.88%	52.50%
5(a)	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	1.79	1.48	1.96	1.94
01)	¿Conoce los costos de Mantenimiento en detalle?	1.75	1.50	1.50	2.25
02)	¿Hace usted la adquisición de datos de los costes de mantenimiento?	1.75	1.50	1.50	2.25
03)	¿Tiene registros de la adquisición de datos referentes a los costes de mantenimiento?	1.75	1.50	2.00	1.75
04)	¿Usted utiliza un documento especial para exigir una intervención?	1.92	1.75	2.25	1.75
05)	¿hay un informe formal de la ejecución para los intervenciones del mantenimiento?	1.50	1.50	1.75	1.25
06)	¿Existen planillas de tiempo?	1.75	1.50	1.50	2.25
07)	¿Registra el consumo de las piezas de repuesto?	1.50	1.25	1.50	1.75
08)	¿Hay un tratamiento técnico de los documentos que se refieren a la demanda del trabajo, a las planillas de tiempo y al informe?	1.75	1.25	2.00	2.00
09)	¿Destaca los costes de la ejecución de Mantenimiento Preventivo?	1.75	1.25	2.00	2.00
10)	¿Destaca los costes de la ejecución de Mantenimiento Correctivo??	1.83	1.25	2.25	2.00
11)	¿Se sigue el informe del costo del Mantenimiento Preventivo/Correctivo?	1.83	1.25	2.00	2.25
12)	¿Es el informe de costo del Preventivo/Correctivo conocido para cada máquina?	2.33	2.00	3.00	2.00
13)	¿Utiliza el informe para hacer evaluaciones al programa Preventivo?	1.92	1.75	2.25	1.75
5(b)	Análisis del sistema actual	1.93	1.57	2.25	1.96
14)	¿Siempre utiliza índices de costos?	2.17	1.75	2.50	2.25
15)	¿Hay siempre un tratamiento técnico para los costes??	2.17	1.75	2.50	2.25
16)	¿Tiene proceso específico para los Costos Preventivos??	1.92	1.50	2.50	1.75
17)	Si usted adquiere datos de costeo, ¿es para un análisis de la contabilidad analítica?	1.75	1.50	2.00	1.75
18)	¿Tiene una estructura para la contabilidad analítica?	1.83	1.50	2.00	2.00
19)	¿Utiliza su contabilidad analítica para manejar sus servicios de mantenimiento?	1.75	1.50	2.00	1.75
20)	¿Es el informe de los costes de mantenimiento Preventivo/Correctivo conocido y seguido siempre?	1.92	1.50	2.25	2.00

Ilustración 35. Resultados de métodos y preparación

6	CRÍTICO	Gerente			
		% Real M	por mejorar %	Mantenimiento % Real P	Producción % Real P
	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	1.65	71.78%	64.02%	65.53%
6(a)	Preparación del Trabajo	1.56	1.38	1.71	1.60
01)	¿Para los intervenciones planeadas, usted prepara los Recursos Humanos necesarios?	1.17	1.25	1.25	1.00
02)	¿Para los intervenciones previstas, usted prepara el equipo?	1.42	1.00	1.75	1.50
03)	¿Para los intervenciones previstas, usted prepara las herramientas necesarias, principalmente herramientas específicas?	1.50	1.00	2.00	1.50
04)	¿Para los intervenciones previstas, usted prepara la documentación técnica necesaria?	1.67	1.25	1.75	2.00
05)	¿Para los intervenciones previstas, usted prepara el equipo necesario de medición?	1.67	1.75	1.75	1.50
06)	¿En general, hace una valoración de la época necesaria para los intervenciones previstas?	1.50	1.25	1.50	1.75
07)	¿El horario de tiempo de los intervenciones se respeta?	1.42	1.50	1.50	1.25
08)	¿Antes de preparar ciertos intervenciones, realiza una inspección preliminar?	1.58	1.25	1.75	1.75
09)	¿Para qué tipos de intervención usted realiza estas inspecciones?	1.92	1.75	2.00	2.00
10)	¿Para qué tipos de intervención usted refiere a la documentación técnica?	1.83	1.75	1.75	2.00
11)	¿Intenta sincronizar los intervenciones de varias especialidades?	1.42	1.25	1.75	1.25
12)	¿Cuándo se planea una intervención, en cual momento la necesidad de piezas aparece?	1.67	1.50	1.75	1.75
6(b)	Historia cronológica de los intervenciones	1.54	1.46	1.50	1.67
13)	¿Utiliza una forma especial para exigir una intervención?	1.50	1.25	1.50	1.75
14)	¿Existe un informe de ejecución formal para las actividades del mantenimiento?	1.42	1.50	1.00	1.75
15)	¿La ejecución del trabajo para el Mantenimiento Preventivo, está basado en procedimientos estándares de operación?	1.58	1.50	1.50	1.75
16)	¿Con ayuda de quienes han sido elaboradas estas formas o procedimientos?	1.92	1.50	2.00	2.25
17)	¿Hay un tratamiento técnico para las formas de petición de trabajo, las órdenes de trabajo y el informe de las horas registradas?	1.33	1.50	1.25	1.25
18)	¿Existen intervenciones de Mantenimiento sin una petición o una orden formal?	1.50	1.50	1.75	1.25
19)	¿Compara la cantidad de horas gastadas y el consumo real de las piezas de repuesto, con sus documentos de preparación del trabajo y los procedimientos estándar funcionamiento?	1.72	1.68	1.63	1.85
6(c)	Análisis de los sistemas actuales	1.83	1.75	1.75	2.00
20)	¿Adquiere regularmente estadísticas sobre la naturaleza de los intervenciones exigidas?	1.50	1.50	1.25	1.75
21)	¿Procesa regularmente los elementos escritos en las demandas de las intervenciones?	1.08	1.25	1.00	1.00
22)	¿Calcula los costos de ejecución para el Mantenimiento Preventivo?	1.58	1.50	1.50	1.75
23)	¿Calcula el tiempo de ejecución para el Mantenimiento Preventivo?	1.58	1.75	1.50	1.50
24)	¿Calcula los costos de ejecución para el Mantenimiento Correctivo?	1.75	1.50	1.75	2.00
25)	¿Calcula los tiempos de ejecución para el Mantenimiento Correctivo?	2.00	2.00	2.00	2.00
26)	¿Utiliza índices para comparar los costes de mantenimiento Preventivo y Correctivo?	2.00	2.25	2.00	1.75
27)	¿Utiliza índices para comparar los tiempos de ejecución del Mantenimiento Preventivo y Correctivo?	2.00	1.75	1.75	2.50
28)	¿Utiliza estos índices para mejorar el programa de Mantenimiento Preventivo?	1.83	1.50	1.75	2.25
29)	¿Cómo se siguen los datos y los índices?	1.64	1.46	1.83	1.62
6(d)	Trabajos de la mejora	1.64	1.48	1.81	1.61
30)	¿Ha hecho mejoras a sus equipos o máquinas?	1.33	1.25	1.25	1.50
31)	¿Ha participado en grupos de trabajo para el análisis de mejoras sugeridas a sus equipos o máquinas?	1.67	1.25	1.75	2.00
32)	¿Hace estudios de beneficios antes de comenzar la implementación de mejoras en los equipos o máquinas?	1.67	1.25	2.25	1.50
33)	¿Utiliza los mismos procedimientos para mejorar las infraestructuras y los edificios?	1.67	1.25	2.00	1.75
34)	¿Tiene un departamento que tome con cuidado de los estudios de las mejoras?	1.58	1.50	2.00	1.25
35)	¿Quién puede lanzar los estudios de la mejora con respecto a las máquinas de la producción?	1.92	2.25	1.75	1.75
36)	¿Quién puede lanzar los estudios de la mejora con respecto a la infraestructura?	1.62	1.64	1.67	1.54
6(e)	Mantenimiento Preventivo	1.50	1.50	1.53	1.47
37)	¿Existe un programa para Mantenimiento Preventivo?	1.08	1.25	1.00	1.00
38)	¿Quién elabora la planeación para la lubricación y las inspecciones?	1.08	1.25	1.00	1.00
39)	¿Conoce los tipos de lubricantes y los tipos de ajuste necesarios para todas sus máquinas?	1.50	1.25	1.75	1.50
40)	¿Quién define los procedimientos de operación para la lubricación y los ajustes?	1.00	1.00	1.00	1.00
41)	¿Utiliza un sistema de las tarjetas de índice preestablecidas para todas las visitas programadas?	1.42	1.25	1.25	1.75
42)	¿Con quién usted ha resuelto estas tarjetas de índice para las visitas?	2.00	2.00	2.00	2.00
43)	¿Recibe la retroalimentación concerniente a las formas y demandas de la intervención?	1.50	1.50	1.50	1.50
44)	¿Calcula la estadística de acuerdo a la proporción de costos de Mantenimiento Preventivo y de Mantenimiento Correctivo?	2.17	2.25	2.50	1.75
45)	¿Calcula la estadística concerniente a la proporción de horas registradas de Mantenimiento Preventivo y de Mantenimiento Correctivo?	1.75	1.75	1.75	1.75
6(f)	Piezas de Repuesto	1.73	1.75	1.85	1.60
46)	¿Define las piezas de repuesto necesarias para cada intervención planeada?	1.83	1.75	1.75	2.00
47)	¿Qué sección o que persona define estas necesidades?	1.00	1.00	1.00	1.00
48)	¿Qué papel desempeña el departamento de mantenimiento en el sistema de entrega de las piezas de repuesto?	1.17	1.25	1.00	1.25
49)	¿Analiza la información sobre las piezas de repuesto obtenidas de los informes de la intervención?	1.50	1.75	1.50	1.25
50)	¿Comprueba la conformidad y las referencias de las piezas de repuesto recibidas?	1.42	1.75	1.25	1.25
51)	¿Es usted responsable de actualizar regularmente el catálogo de piezas de repuesto?	1.92	2.00	2.25	1.50
52)	¿Usted asigna los costos de las piezas de repuesto?	2.67	2.50	3.00	2.50
53)	¿Utiliza cocientes para seguir los costos de las piezas de repuesto?	2.33	2.50	2.50	2.00
54)	¿Participa en la elaboración de criterios de gerencia para las piezas de repuesto?	1.75	1.50	2.00	1.75
55)	¿Participa en las decisiones referentes la subcontratación de ciertas tareas del mantenimiento?	1.75	1.50	2.25	1.50
6(g)	Documentación Técnica	1.81	1.59	1.89	1.95
56)	¿Utiliza la documentación técnica durante la preparación de los intervenciones de mantenimiento?	1.75	1.25	2.00	2.00
57)	¿Es fácil el acceso a la documentación técnica?	1.83	1.25	2.25	2.00
58)	Si usted necesita la documentación, ¿dónde puede usted encontrarla?	1.75	1.50	1.75	2.00
59)	Cuando consulta un documento, ¿está seguro de su confiabilidad?	1.67	1.50	1.75	1.75
60)	¿Encuentra fácilmente los temas referentes a su trabajo?	1.67	1.50	1.75	1.75
61)	¿Está satisfecho con el sistema de codificación de la documentación técnica?	2.08	2.00	2.00	2.25
62)	¿El sistema permite que encuentre la información eficientemente?	2.17	2.00	2.25	2.25
63)	¿Existe un sistema para los archivos de la máquina, los archivos de los estándares y otros archivos técnicos?	1.83	1.50	2.00	2.00
64)	¿Estos documentos se consultan con frecuencia?	1.67	1.25	1.75	2.00
65)	¿Estos archivos son actualizados regularmente?	2.00	2.00	2.00	2.00
66)	¿Las modificaciones en el equipo se basan siempre en la Documentación Técnica?	1.50	1.75	1.25	1.50

Ilustración 36. Resultados de Planeación (programación y horarios de trabajo)

			Gerente	Mantenimiento	Producción
		% Real M	por mejorar %	% Real P	por mejorar %
7	NO CRÍTICO		% Real G	% Real M	% Real P
	Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.	1.59	75.00%	69.02%	66.85%
7(a)	Programación del Trabajo	1.49	1.42	1.46	1.60
01)	¿Utiliza una forma específica para exigir una intervención a otro servicio?	1.17	1.50	1.00	1.00
02)	¿Utiliza una forma similar para los intervenciones no programadas (reparaciones)?	1.17	1.50	1.00	1.00
03)	¿Existe un circuito administrativo bien definido para estas formas?	1.08	1.25	1.00	1.00
04)	¿Estas formas se registran en cada paso del circuito?	1.08	1.25	1.00	1.00
05)	¿Hay un informe de ejecución sobre el mismo documento?	1.92	1.75	2.00	2.00
06)	En caso de intervención prevista, ¿quién lleva a cabo la preparación del trabajo?	1.33	1.00	1.25	1.75
07)	¿En caso de parada necesaria de las máquinas estratégicas, lo obtuvo fácilmente desde producción?	2.00	1.75	2.25	2.00
08)	¿Hace generalmente una estimación del tiempo necesario para los intervenciones planeadas?	1.33	1.25	1.25	1.50
09)	¿Se respetan los horario de tiempo?	1.58	1.00	1.75	2.00
10)	¿Conoce la proporción de las intervenciones imprevistas en relación a los intervenciones previstos?	1.67	1.25	1.75	2.00
11)	¿Para cual equipo tiene manuales de reparaciones de mantenimiento?	1.58	1.50	1.50	1.75
12)	¿Hay una clasificación central para todos los manuales?	2.00	2.00	1.75	2.25
7(b)	Programación de Trabajo y ejecución	1.70	1.59	1.80	1.73
13)	¿Estos manuales se traducen a español para sus técnicos?	1.92	1.75	2.00	2.00
14)	¿Tiene un sistema para definir prioridades de intervenciones previstos?	1.42	1.25	1.75	1.25
15)	Si no, ¿Cómo decide las prioridades de los intervenciones previstas?	1.00	1.00	1.00	1.00
16)	¿Sobre cual base usted acepta el trabajo suplementario?	1.83	1.75	2.00	1.75
17)	¿Calcula regularmente su carga de trabajo?	1.58	1.50	1.75	1.50
18)	¿Cómo calcula su carga de trabajo?	1.42	1.25	1.25	1.75
19)	¿Actualiza regularmente este cálculo?	2.25	2.00	2.50	2.25
20)	¿Cómo asigna el tiempo y el número del personal requerido?	2.08	2.00	2.00	2.25
21)	¿Cómo define las herramientas necesarias?	2.00	2.00	2.25	1.75
22)	¿cómo definen el mmanejo de mlas herramientas de trabajo?	1.75	1.50	1.75	2.00
23)	¿cómo deciden reemplazar una pieza?	1.50	1.50	1.50	1.50

Ilustración 37. Resultados de Stock Management - Inventarios

		% Real M	Gerente por mejorar %	Mantenimiento % Real P	Producción por mejorar %
8	CRÍTICO		% Real G	% Real M	% Real P
	Manejo de inventarios.	1.76	66.52%	56.47%	63.17%
8(a)	Spare Parts Catalogue	1.79	1.71	1.93	1.71
01)	¿Para cuántas de sus máquinas tiene usted un catálogo de piezas de recambio?	1.75	2.00	1.75	1.50
02)	¿Tiene usted muchas copias de cada catálogo?	1.83	2.00	2.00	1.50
03)	¿Cuál es la razón de la carencia de catálogos?	1.67	1.50	1.75	1.75
04)	¿Tiene usted la clasificación centralizada para catálogos?	1.83	1.50	2.25	1.75
05)	¿Para ciertos artículos generales, (artículos estándar) usa usted sólo la referencia de proveedor?	1.42	1.50	1.25	1.50
06)	¿Son puestos al día los catálogos de piezas de recambio con regularidad?	1.92	2.00	2.00	1.75
07)	¿Son la mayor parte de sus catálogos en su propia lengua?	2.08	1.50	2.50	2.25
8(b)	Registro de retiro y destinación de las piezas de recambio	1.37	1.25	1.43	1.43
08)	¿Es registrada cada pieza de recambio saliente?	1.33	1.00	1.50	1.50
09)	¿Sobre cual metodo recibe usted demandas de una pieza de recambio?	1.08	1.00	1.00	1.25
10)	¿Controla usted la conformidad y las referencias de las piezas de recambio recibidas?	1.33	1.25	1.25	1.50
11)	¿Hay un control de la destinación final de piezas de recambio codiciosas?	1.33	1.25	1.25	1.50
12)	¿Si usted nota una anomalía (la no conformidad, mal se refiere, la dirección desconocida), qué hace usted?	1.17	1.00	1.25	1.25
13)	¿Tiene usted un sistema para asignar los pedazos a joborder afectado(preocupado)?	1.17	1.00	1.25	1.25
14)	¿Se le hace un buen seguimiento a este sistema de cita?	1.42	1.25	1.50	1.50
15)	¿Hay un control final acerca de los pasos procesales del uso de piezas de recambio?	1.42	1.25	1.50	1.50
16)	¿Recibe usted o hace usted la cuenta regular del número de las piezas de recambio que dejan cada sector?	1.67	1.50	2.00	1.50
17)	¿Recibe usted o hace usted la cuenta regular del valor de las piezas de recambio que dejan cada sector?	1.75	2.00	1.75	1.50
8(c)	Listas de piezas de recambio	1.70	1.74	1.76	1.61
18)	¿Usa usted un sistema a la continuación la disponibilidad de piezas de recambio en la acción(reserva)?	1.33	1.00	1.50	1.50
19)	¿Con que frecuencia pone al día usted el estado de las tarjetas de índice para la acción(reserva) de piezas de recambio?	2.00	3.00	1.50	1.50
20)	¿Verifica usted la disponibilidad sólo basada en el listado o también por controlando la acción(reserva) física?	1.75	2.00	1.50	1.75
21)		1.33	2.00	1.00	1.00
22)	¿Cón que frecuencia controla usted la acción(reserva) de piezas de recambio física?	1.92	1.75	2.00	2.00
23)	¿Qué porcentaje de artículos de reserva estan elmal estado?	2.00	2.25	1.75	2.00
24)	¿Usa usted la descripción de artículo?	1.25	1.25	1.25	1.25
25)	¿Usa usted la referencia de artículo ?	1.75	2.00	1.75	1.50
26)	¿ Usa usted la referencia de proveedor?	1.08	1.00	1.25	1.00
27)	¿ Usted usa el código de posición?	1.33	1.00	1.75	1.25
28)	¿Usted usa reseva en cantidad?	1.58	1.50	2.00	1.25
29)	¿Usted usa registro y fechas?	2.00	1.75	2.25	2.00
30)	¿ Usted usa cuestionarios y fechas?	2.08	1.75	2.25	2.25
31)	¿Usa usted la reserva maxima?	2.42	2.25	2.75	2.25
32)	¿Usa usted la reserva mínima?	2.42	2.00	2.75	2.50
33)	¿Usa usted la cantidad ordenada(pedido)?	2.25	2.25	2.50	2.00
34)	¿Usa usted la orden de referencia(pedido)?	1.08	1.25	1.00	1.00
35)	¿Usa usted el precio por unidad?	1.08	1.25	1.00	1.00
8(d)	Dirección de Piezas de recambio	2.04	1.90	2.25	1.98
36)	¿Usted da continuación a los niveles de reserva de cada pieza de recambio?	2.17	2.25	2.25	2.00
37)	¿Usted da continuación a las órdenes en el progreso para cada pieza de recambio?	1.67	1.50	2.00	1.50
38)	¿Esta condicionado el sistema de control con los limites de reserva(reserva mínima, nivel de pedidos)	2.08	2.00	2.25	2.00
39)	¿ Es automatizado el control de reserva, manual o combinado?	1.92	1.75	2.25	1.75
40)	¿Quién decide los criterios de control para la dirección de piezas de recambio?	2.17	2.00	2.50	2.00
41)	¿Son reajustados los criterios de control con regularidad?	2.58	2.50	2.75	2.50
42)	¿Tiene usted una o varias tiendas para abastecer sus piezas de recambio?	2.42	2.25	2.50	2.50
43)	¿Estan estas bien aisladas y bien protegidas?	2.17	2.00	2.50	2.00
44)	¿Estan codificada la posicion de las partes incluidas en su sistema de dirección?	1.50	1.00	1.50	2.00
45)	Sabe(conoce) usted cuáles piezas de recambio que tienen un alto volumen de ventas?	1.67	1.50	1.75	1.75
46)	¿Usa usted un sistema de pico - hacia fuera en tiendas o en reservas para las partes que con frecuencia son consumidas?	2.08	1.75	2.50	2.00
47)	¿Controla usted estas acciones de la reserva?	2.08	2.25	2.25	1.75
8(e)	Compras y Suministro de reserva	1.91	1.67	2.03	2.03
48)	¿Nota usted tardanzas importantes del suministro de ciertas partes?	2.00	1.75	2.25	2.00
49)	¿Analiza usted las causas de aquellas tardanzas?	1.75	1.50	1.75	2.00
50)		1.92	1.50	2.25	2.00
51)	¿Qué papel juega la Oficina Técnica en el sistema de nuevo ordenamiento de piezas de recambio?	1.42	1.50	1.50	1.25
52)	¿Recibe usted demandas de piezas de recambio de varios departamentos de la Empresa?	1.67	1.00	1.75	2.25
53)	¿Usted da continuación a las órdenes de piezas de recambio?	1.92	1.50	2.25	2.00
54)	¿Guarda(¿Mantiene) usted la estadística de las piezas de recambio que no son movidas o consumidas durante el año?	2.33	2.00	2.50	2.50
55)	obligado a sobreordenar(sobrepedir) ciertas piezas de recambio?	2.17	2.25	2.00	2.25
56)	¿Si ésta es la situcion, cómo evita usted la carencia de volumen de ventas de estas piezas de recambio?	2.00	2.00	2.00	2.00

Ilustración 38. Resultados de ¿Qué hace cada quién?

		% Real M	Gerente por mejorar %	Mantenimiento % Real P	Producción por mejorar %
9	NO CRÍTICO		% Real G	% Real M	% Real P
	Qué es lo que cada quién hace..... en mantenimiento?	1.46	82.76%	73.28%	75.00%
9(a)	Mantenimiento	1.49	1.35	1.55	1.57
01)	¿Quién tiene cuidado de la preparación de las intervenciones planeadas?	1.33	1.25	1.50	1.25
02)	¿Quién tiene cuidado de la planificación de las tareas de mantenimiento?	1.83	1.75	1.75	2.00
03)	¿Quién define las piezas de recambio necesarias para las intervenciones planeadas?	1.67	1.50	1.50	2.00
04)	¿Quién es responsable de la documentación técnica?	1.83	1.50	2.25	1.75
05)	¿Quién es responsable de la estructura y la codificación de la documentación técnica?	2.17	1.75	2.25	2.50
06)	¿Quién es responsable de la puesta al día de documentación técnica?	1.17	1.00	1.50	1.00
07)	¿Quién controla el equipo de medida?	1.25	1.00	1.50	1.25
08)	¿Quién tiene cuidado de las inspecciones de equipo antes de las intervenciones planeadas?	1.08	1.00	1.00	1.25
09)	¿Quién decide la duración de intervenciones planeadas?	1.67	1.50	1.50	2.00
10)	¿Quién define prioridades para intervenciones planeadas?	1.50	1.50	1.25	1.75
11)	¿Quién procesa los datos sobre las formas de la intervención?	1.42	1.25	1.50	1.50
12)	¿Quién recibe los resultados de la informática?	1.92	1.25	2.25	2.25
13)	¿Quién tiene cuidado de la estadística de horas trabajadas en el departamento de mantenimiento?	1.83	1.75	2.00	1.75
14)	¿Quién calcula la cantidad de trabajo en el mantenimiento?	1.25	1.50	1.00	1.25
15)	¿Quién hace un análisis global de los gastos de mantenimiento?	1.25	1.25	1.50	1.00
16)	¿Quién hace un análisis de gastos de mantenimiento preventivos?	1.75	1.25	2.00	2.00
17)	¿Quién establece las necesidades de piezas de recambio para el mantenimiento?	1.17	1.00	1.00	1.50
18)	¿Quién lanza las nuevas órdenes de piezas de recambio para el mantenimiento?	1.17	1.25	1.25	1.00
19)	¿Quién controla la conformidad y la referencia de las nuevas piezas de recambio?	1.17	1.00	1.50	1.00
20)	¿Quién comprueba el inventario de las piezas de recambio?	1.08	1.25	1.00	1.00
21)	¿Quién define los criterios de dirección de piezas de recambio para el mantenimiento?	1.75	1.75	1.50	2.00
9(b)	Safety	1.39	1.34	1.50	1.31
22)	¿Quién es responsable de trabajo de mejora y tramando?	1.25	1.75	1.00	1.00
23)	¿Quién es responsable de la seguridad?	1.58	1.00	2.50	1.25
24)	¿Quién es responsable del departamento de seguridad?	1.50	1.50	1.75	1.25
25)	¿Quién esta encargado de la estadística en cuanto a accidentes?	1.08	1.00	1.00	1.25
26)	¿Quién esta encargado del análisis de accidente e informes?	1.25	1.50	1.25	1.00
27)	¿Quién esta encargado del sistema de protección contra incendios?	1.42	1.25	1.25	1.75
28)	¿Quién esta a cargo del equipo de seguridad?	1.92	1.50	2.25	2.00
29)	¿Quién está a cargo de la educación (del entrenamiento) acerca de la seguridad	1.08	1.25	1.00	1.00

Ilustración 39. Resultados de Recursos Humanos en Mantenimiento

10	NO CRÍTICO	% Real M	Gerente	Mantenimiento	Producción
			por mejorar %	% Real P	por mejorar %
Recursos Humanos de Mantenimiento.		1.47	79.04%	72.79%	78.31%
10(a)	Proporciones de mano de obra	1.61	1.45	1.88	1.50
01)	¿Usa usted proporciones para la administración del personal?	2.08	2.00	2.25	2.00
02)	¿Usa usted estas proporciones para ayudarlo a decidir si aumentar o disminuir la mano de obra?	2.00	2.00	2.25	1.75
03)	¿Conoce usted el movimiento de ventas del personal de mantenimiento?	1.92	1.75	2.25	1.75
04)	¿Entre el personal de mantenimiento especializado, es considerado el movimiento de ventas importante o inquietante?	1.92	1.75	2.25	1.75
05)	¿Entre el personal de mantenimiento no especializado, es considerado el volumen de ventas importante o inquietante?	2.08	1.75	2.75	1.75
06)	¿Conoce usted el número del personal de mantenimiento?	1.00	1.00	1.00	1.00
07)	¿Conoce usted el número de personal de ejecución en el mantenimiento?	1.17	1.00	1.25	1.25
08)	¿La proporción de personal de ejecución / personal especializado le permite trabajar de manera eficiente?	1.42	1.25	1.50	1.50
09)	¿Le parece útil seguir las proporciones entre el personal de producción / personal de mantenimiento?	1.33	1.00	1.75	1.25
10)	¿Considera usted que es útil seguir la proporción entre el personal de mantenimiento / mano de obra total?	1.17	1.00	1.50	1.00
10(b)	Mano de obra de Mantenimiento	1.39	1.31	1.42	1.44
11)	¿Conoce usted la mano de obra de Mantenimiento?	1.17	1.00	1.25	1.25
12)	¿Conoce usted el número del personal de dirección de Mantenimiento?	1.00	1.00	1.00	1.00
13)	¿Hay una diferencia entre el personal real y el personal mencionado sobre el organigrama por el que mantenimiento este preocupado?	1.33	1.00	1.50	1.50
14)	¿Conoce usted el número de gente de ejecución en el mantenimiento?	1.08	1.00	1.00	1.25
15)	¿Hay un hueco entre la verdadera gente de ejecución y el número mencionado sobre el organigrama?	1.33	1.50	1.00	1.50
16)	¿Tiene usted la posibilidad de aumentar o disminuir su personal?	1.83	1.50	2.00	2.00
17)	¿Hay una carencia de trabajo calificado en el Mantenimiento?	1.58	1.50	1.75	1.50
18)	¿Se queja usted de procedimientos lentos administrativos en el reclutamiento de nuevo personal?	1.67	1.75	1.75	1.50
19)	¿La mano de obra física de mantenimiento le permite finalizar completamente la cantidad de trabajo y en la programación de tiempo prevista?	1.50	1.50	1.50	1.50
10(c)	Proporción programada de trabajo / Mano de obra mantenimiento	1.56	1.44	1.69	1.56
20)	¿Planifica usted intervenciones preventivas?	1.58	1.25	1.75	1.75
21)	¿Tiene usted una programación acerca de la carga de trabajo del personal de ejecución?	2.17	2.00	2.50	2.00
22)	¿El equipo preventivo es permanente?	1.50	1.50	1.50	1.50
23)	¿En que momento se prepara la asignación de recursos humanos en caso de tareas de Mantenimiento?	1.00	1.00	1.00	1.00
10(d)	Motivación y productividad del personal	1.36	1.48	1.30	1.32
24)	¿Estima usted el tiempo necesario para una intervención planificada?	1.42	1.50	1.25	1.50
25)	¿Es respetado el tiempo de la intervención?	1.33	1.50	1.25	1.25
26)	¿Controla usted la proporción de ausentismo del personal de Mantenimiento?	1.25	1.75	1.00	1.00
27)	¿Qué piensa usted en la proporción de ausentismo?	1.08	1.00	1.25	1.00
28)	¿Cuándo usted analiza las causas de carencia de motivación, concluye usted que esto es debido al entrenamiento inadecuado?	1.58	1.50	1.75	1.50
29)	¿Cuándo usted analiza las causas de carencia de motivación, concluye usted que esto es debido a la falta de una indumentaria adecuada?	1.17	1.50	1.00	1.00
30)	¿Cuándo usted analiza las causas de carencia de motivación, concluye usted que esto es debido a la documentación técnica inadecuada?	1.42	1.50	1.25	1.50
31)	¿Cuándo usted analiza las causas de carencia de motivación, concluye usted que esto es debido a la falta de dibujos?	1.33	1.50	1.25	1.25
32)	¿Cuándo usted analiza las causas de carencia de motivación, concluye usted que esto es debido a problemas creados por la falta de preparación de trabajo?	1.33	1.50	1.25	1.25
33)	¿La persona responsable de preparación tiene la información necesaria para hacer un trabajo bueno?	1.42	1.25	1.50	1.50
34)	¿Hay un problema de sincronización entre personas interventoras para la intervención de mantenimiento?	1.67	1.75	1.50	1.75

Ilustración 40. Resultados de Recursos Físicos (Materiales) en Mantenimiento

			Gerente	Mantenimiento	Producción
		% Real M	por mejorar %	% Real P	por mejorar %
11	CRÍTICO		% Real G	% Real M	% Real P
	Recursos Materiales de Mantenimiento.	1.62	77.31%	62.96%	67.13%
11(a)	Documentación Técnica	1.63	1.55	1.68	1.65
01)	¿Tiene usted un inventario detallado y puesto al día de su equipo?	1.67	1.50	1.50	2.00
02)	¿Tiene usted planos y dibujos para su equipo?	1.67	1.75	1.50	1.75
03)	¿Para cuántos de sus equipos tiene usted el plan de mantenimiento y manuales para reparar?	1.50	1.50	1.50	1.50
04)	¿Para cuales intervenciones usa usted la documentación técnica?	1.58	1.75	1.50	1.50
05)	¿Dónde consulta usted dibujos, diagramas y manuales?	1.67	2.00	1.75	1.25
06)	¿Existe un sistema de documentación para archivos de máquina, archivos estándar y otros archivos técnicos?	1.67	1.50	1.75	1.75
07)	¿Posee usted varias copias idénticas de la documentación?	1.67	1.25	2.00	1.75
08)	¿Son traducidos los manuales a un lenguaje entendible por sus técnicos?	1.92	1.50	2.25	2.00
09)	¿Quién puede pedir la renovación de documentación técnica?	1.50	1.25	1.50	1.75
10)	¿Quién puede pedir la nueva documentación técnica?	1.42	1.50	1.50	1.25
11(b)	Instrumentos y Equipos	1.48	1.32	1.55	1.57
11)	¿Tiene cada trabajador sus propios instrumentos?	1.00	1.00	1.00	1.00
12)	¿Existen instrumentos generales para el uso común?	1.17	1.50	1.00	1.00
13)	¿Estos instrumentos generales son suficientes para sus intervenciones?	1.33	1.00	1.25	1.75
14)	¿Son almacenados estos instrumentos generales en un lugar específico?	1.67	1.00	1.75	2.25
15)	¿También tiene usted instrumentos especiales especificados por los fabricantes de equipo?	1.75	1.50	2.00	1.75
16)	¿Los instrumentos especiales son suficientes para todas sus intervenciones?	1.42	1.00	1.75	1.50
17)	¿Son renovados los instrumentos especiales con regularidad?	1.83	1.50	2.00	2.00
18)	¿Con regularidad hace usted un inventario de instrumentos generales y especiales?	2.08	2.00	2.00	2.25
19)	¿Subcontrata usted debido a una carencia de recursos humanos o instrumentos?	1.92	2.00	2.00	1.75
20)	¿Quién puede pedir la compra de instrumento para renovar instrumentos existentes?	1.00	1.00	1.00	1.00
21)	¿Quién puede pedir la compra de instrumentos nuevos o especiales?	1.08	1.00	1.25	1.00
11(c)	Infraestructura	1.86	1.54	2.21	1.83
22)	¿Allí son designados sitios para hacer reparaciones?	2.00	1.75	2.00	2.25
23)	¿Dichas ubicaciones son convenientes para usted?	2.25	2.00	2.50	2.25
24)	¿Tiene usted una ubicación para la producción de partes para reparación de emergencia?	1.75	1.50	2.00	1.75
25)	¿Tiene usted un lugar designado para almacenar sus instrumentos?	1.58	1.25	2.00	1.50
26)	¿Tiene usted una ubicación designada para la oficina técnica?	1.75	1.50	2.25	1.50
27)	¿Tiene usted una ubicación para abastecer sus sub-ensambles?	1.83	1.25	2.50	1.75

Ilustración 41. Resultados de Entrenamiento y Capacitación en Mantenimiento

12	NO CRÍTICO	% Real M	Gerente	Mantenimiento	Producción
			por mejorar %	% Real P	por mejorar %
Entrenamiento		2.07	74.31%	65.97%	67.36%
12(a)	Importancia del entrenamiento)	2.07	1.78	2.06	2.38
01)	¿Tiene usted un presupuesto específico para entrenar al personal de mantenimiento?	2.14	2.00	2.17	2.25
02)	¿Sabe usted si el presupuesto que se asigna al entrenamiento para mantenimiento siempre es consumido?	2.11	1.83	2.00	2.50
03)	¿Estima usted que su presupuesto cubre las necesidades de entrenamiento?	2.36	2.00	2.33	2.75
04)	¿Recibe el personal recién vinculado un entrenamiento básico de su empresa?	2.25	1.83	2.17	2.75
05)	¿Más tarde siguen ellos entrenamientos adicionales para el progreso?	2.08	1.67	2.33	2.25
06)	¿Con que frecuencia es enviado el personal a un entrenamiento?	2.06	1.50	2.17	2.50
07)	¿Si usted ha estado en el entrenamiento, está de acuerdo con esto en su trabajo?	1.44	1.50	1.33	1.50
08)	¿Si su personal ha sido entrenado, corresponde esto a la ocupación de trabajo?	1.81	1.17	1.50	2.75
09)	¿Usted era capaz de usar el conocimiento adquirido para mejorar sus condiciones de trabajo?	1.42	1.17	1.33	1.75
10)	¿Como una persona responsable, con regularidad participa usted a cursos de capacitación por si mismo?	1.94	2.00	1.83	2.00
11)	¿Quién decide cual personal debe ser enviado a entrenamiento?	1.81	1.67	2.00	1.75
12)	¿Antes ser enviado a entrenamiento, hay allí una discusión previa sobre las necesidades de capacitación de su departamento?	2.25	1.50	2.50	2.75
13)	¿Hace usted una presentación del conocimiento recién adquirido?	2.11	2.00	2.33	2.00
14)	¿Son organizados los cursos de capacitación por la empresa?	2.22	2.00	2.17	2.50
15)	¿Son organizados cursos específicos de capacitación en la empresa o en otra parte?	2.17	1.83	2.17	2.50
16)	¿Cuántas semanas de entrenamiento ha recibido usted durante los doce meses pasados?	2.06	1.83	1.83	2.50
17)	¿Fueron tenidas en cuenta sus ideas y observaciones durante este entrenamiento?	2.03	1.50	1.83	2.75
18)	¿Tienen ustedes un método para medir la eficacia que se entrena?	3.00	3.00	3.00	3.00

4.3.1.2 Confrontación de sub-áreas

En la *Ilustración 42* se muestran los valores obtenidos con la aplicación del ASAF, se tienen los valores medidos, el porcentaje por mejorar, divido por áreas que realizaron la evaluación y los promedios por tópicos evaluado y una calificación total de la gestión del mantenimiento para la central Zona Franca CELSIA. La *Ilustración 43* se expone de manera ordenada (mayor a menor porcentaje de mejora) los 12 tópicos evaluados.

Ilustración 42. Evaluación de la gestión de mantenimiento aplicando ASAF

No.	Concepto	Gerentes		Mantenimiento		Producción		Total	
		% Real G	por mejorar %	% Real M	por mejorar %	% Real P	por mejorar %	% Real Total	por mejorar %
1	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mto.)	67.28%	32.72%	56.99%	43.01%	59.93%	40.07%	61.40%	38.60%
2	Percepción de las jerarquías superiores de Mto.	80.65%	19.35%	83.06%	16.94%	77.82%	22.18%	80.51%	19.49%
3	Percepción del mantenimiento	74.52%	25.48%	64.42%	35.58%	58.17%	41.83%	65.71%	34.29%
4	Conocimiento de la Disponibilidad (avability) de equipos	60.23%	39.77%	63.64%	36.36%	64.20%	35.80%	62.69%	37.31%
5	Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	74.38%	25.63%	46.68%	53.33%	52.50%	47.50%	57.92%	42.08%
6	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	71.78%	28.22%	64.02%	35.98%	65.53%	34.47%	67.11%	32.89%
7	Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.	75.00%	25.00%	69.02%	30.98%	66.85%	33.15%	70.25%	29.75%
8	Manejo de inventarios.	66.52%	33.48%	56.47%	43.53%	63.17%	36.83%	62.05%	37.95%
9	Qué es lo que cada quién hace..... en mantenimiento?	82.76%	17.24%	73.28%	26.72%	75.00%	25.00%	77.01%	22.99%
10	Recursos Humanos de Mantenimiento.	79.04%	20.96%	72.79%	27.21%	78.31%	21.69%	76.72%	23.28%
11	Recursos Materiales de Mantenimiento.	77.31%	22.69%	62.96%	37.04%	67.13%	32.87%	69.14%	30.86%
12	Entrenamiento	74.31%	25.69%	65.97%	34.03%	67.36%	32.64%	69.21%	30.79%
		73.65%	26.35%	64.96%	35.04%	66.33%	33.67%	68.31%	31.69%
				24.5924	Promedio				

Ilustración 43. Evaluación de la gestión de mantenimiento

No.	Concepto	Gerentes		Mantenimiento		Producción		Total	
		% Real G	por mejorar %	% Real M	por mejorar %	% Real P	por mejorar %	% Real Total	por mejorar %
5	Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	74.38%	25.63%	46.88%	53.13%	52.50%	47.50%	67.92%	42.08%
1	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mto.)	67.28%	32.72%	56.99%	43.01%	59.93%	40.07%	61.40%	38.60%
8	Manejo de inventarios.	66.52%	33.48%	56.47%	43.53%	63.17%	36.83%	62.05%	37.95%
4	Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	60.23%	39.77%	63.64%	36.36%	64.20%	35.80%	62.69%	37.31%
3	Percepción del mantenimiento	74.52%	25.48%	64.42%	35.58%	58.17%	41.83%	66.71%	34.29%
6	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	71.78%	28.22%	64.02%	35.98%	65.53%	34.47%	67.11%	32.89%
11	Recursos Materiales de Mantenimiento.	77.31%	22.69%	62.96%	37.04%	67.13%	32.87%	69.14%	30.86%
12	Entrenamiento	74.31%	25.69%	65.97%	34.03%	67.36%	32.64%	69.21%	30.79%
7	Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.	75.00%	25.00%	69.02%	30.98%	66.85%	33.15%	70.29%	29.71%
10	Recursos Humanos de Mantenimiento.	79.04%	20.96%	72.79%	27.21%	78.31%	21.69%	76.72%	23.28%
9	Qué es lo que cada quién hace..... en mantenimiento?	82.76%	17.24%	73.28%	26.72%	75.00%	25.00%	77.01%	22.99%
2	Percepción de las jerarquías superiores de Mto.	80.65%	19.35%	83.06%	16.94%	77.82%	22.18%	80.51%	19.49%
		73.65%	26.35%	64.96%	35.04%	66.33%	33.67%	68.31%	31.69%
				24.5924			Promedio	68.31%	31.69%

En general se observa una muy buena evaluación en todos los aspectos integrales y específicos, lo que conlleva a pensar que la estrategia estriba en perfeccionar lo que actualmente se hace.

En su orden, las mejoras deben ser en: costos, relación con producción, inventarios, conocimiento de la disponibilidad, percepción del mantenimiento, métodos de preparación, planeación y programación del mantenimiento; en realidad están alineadas.

4.3.1.3 Variables críticas, susceptibles de mejora

Al priorizar por áreas las variables que más impactaban, se encuentra.

4.3.1.3.1 Conocimiento de los Costos de mantenimiento (5)

El punto más susceptible de mejora en la variable costos, son mostrados en la *Ilustración 44*, la del ratio o relación entre los costos correctivos frente a los preventivos en el mantenimiento en CELSIA, en cada máquina, detallado en cada informe. Se debe trabajar en esto como prioridad central del proceso, para controlar mejor estas variables de costos.

El registro de costos de mantenimiento está muy ligado al sistema de información o ERP (Enterprise Resource Planning por sus siglas en inglés) utilizado por la organización. Se debe realizar una exhaustiva revisión de la forma en que actualmente se está registrado la información, las variables, parámetros de configuración, tipos de clasificación de costos, entre otras variables.

Ilustración 44. Variable de costos más impactantes a mejorar

			Gerente	Mantenimiento	Producción
		% Real M	por mejorar %	% Real P	por mejorar %
5	CRÍTICO		% Real G	% Real M	% Real P
	Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	1.84	74.38%	46.88%	52.50%
5(a)	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	1.79	1.48	1.96	1.94
01)	¿Conoce los costos de Mantenimiento en detalle?	1.75	1.50	1.50	2.25
02)	¿Hace usted la adquisición de datos de los costes de mantenimiento?	1.75	1.50	1.50	2.25
04)	¿Usted utiliza un documento especial para exigir una intervención?	1.92	1.75	2.25	1.75
06)	¿Existen planillas de tiempo?	1.75	1.50	1.50	2.25
10)	¿Destaca los costes de la ejecución de Mantenimiento Correctivo??	1.83	1.25	2.25	2.00
11)	¿Se sigue el informe del costo del Mantenimiento Preventivo/Correctivo?	1.83	1.25	2.00	2.25
12)	¿Es el informe de costo del Preventivo/Correctivo conocido para cada máquina?	2.33	2.00	3.00	2.00
13)	¿Utiliza el informe para hacer evaluaciones al programa Preventivo??	1.92	1.75	2.25	1.75
5(b)	Analisis del sistema actual	1.93	1.57	2.25	1.96
14)	¿Siempre utiliza índices de costos?	2.17	1.75	2.50	2.25
15)	¿Hay siempre un tratamiento técnico para los costes??	2.17	1.75	2.50	2.25
16)	¿Tiene proceso específico para los Costos Preventivos??	1.92	1.50	2.50	1.75
20)	¿Es el informe de los costes de mantenimiento Preventivo/Correctivo conocido y seguido siempre?	1.92	1.50	2.25	2.00

En el segundo grupo de relación entre mantenimiento y producción, existen varios puntos susceptibles a mejorar de manera considerable.

4.3.1.3.2 Relación entre mantenimiento y producción (1)

Este tópico pretende a toda costa determinar cuáles son los puntos a mejorar en la relación de mantenimiento y operación, como tal es clave en la función integral de ingeniería de fábricas.

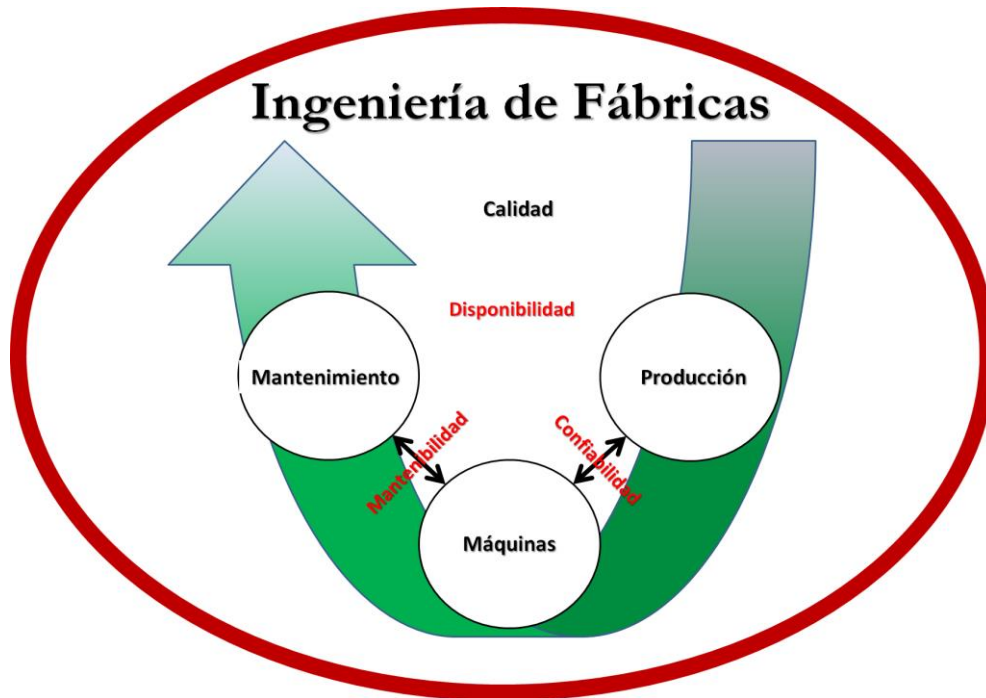
Ilustración 45. Variables de relación entre mantenimiento y operación más impactantes a mejorar

			Gerente	Mantenimiento	Producción
		% Real M	por mejorar %	% Real P	por mejorar %
1	CRÍTICO		% Real G	% Real M	% Real P
	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mto.)	1.77	67.28%	56.99%	59.93%
Tópico 1	VINCULOS ENTRE PRODUCCION Y MANTENIMIENTO	1.77	Gerente	Mantenimiento	Producción
	Promedio		1	1	1
1(a)	Comunicación y Relaciones	1.583	1.583	1.542	1.625
03)	¿Las demandas para intervenciones vienen desde Producción?	2.08	2.00	2.00	2.25
1(b)	Método de Intervención	1.79	1.53	2.00	1.83
07)	¿Los operarios de producción también están desempeñando un papel en Mantenimiento?	2.50	2.25	2.75	2.50
09)	¿Los operarios están registrando los detalles de sus intervenciones?	2.33	2.25	2.75	2.00
10)	¿El Mantenimiento registra los contenidos de las intervenciones de los operarios?	2.33	2.00	2.50	2.50
1(c)	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	1.72	1.59	1.80	1.77
25)	¿El programa se ha elaborado con la ayuda de la gente de producción?	2.33	1.75	2.75	2.50
26)	¿Existe un planeación de todas o unas partes de las operaciones, visitas y controles?	1.92	1.50	2.25	2.00
1(d)	Percepción de la Función de Mantenimiento por Producción	1.97	1.94	2.03	1.94
29)	¿Llama a Mantenimiento en caso de la limpieza de sus máquinas?	2.25	2.50	2.50	1.75
30)	¿Llama a Mantenimiento en caso del control simple de niveles?	2.25	2.75	2.00	2.00
31)	¿Llama a Mantenimiento en caso de cambiar fusibles?	2.75	2.75	2.50	3.00
33)	¿Divulga los detalles de la intervención por la producción al mantenimiento?	2.17	1.75	2.50	2.25

Entre otras resaltan roles de mantenimiento que juegan el personal de operación, registro de actividades de mantenimiento por parte de los operarios cuando ayudan en mantenimiento, registro de actividades de mantenimiento por parte de operarios de producción en los equipos,

participación en la elaboración de los programas de mantenimiento por parte de los operarios de producción; determinación si producción llama a personal de mantenimiento en casos de limpieza, cambios de fusibles, control de niveles de insumos, etcétera para las operaciones leves en las máquinas.

Ilustración 46. Elementos de Ingeniería de Fábricas



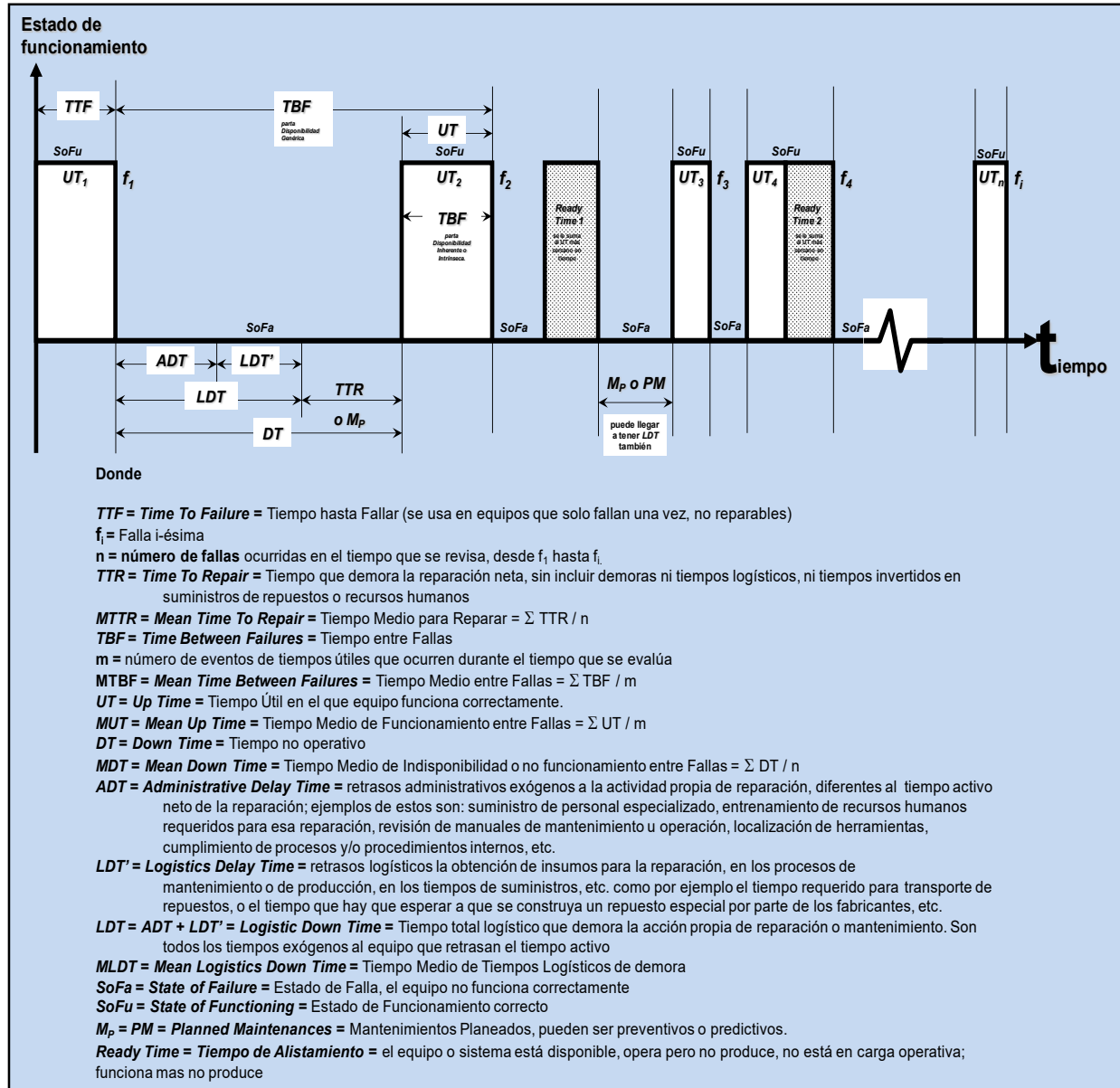
4.3.1.3.3 Manejo de Inventarios (8)

Es uno de los puntos más álgidos, es el que conduce a los tiempos perdidos por no poder realizar el mantenimiento, sea por demoras físicas o administrativas; en general el inventario perturba el área financiera a través de los productos o referencias en exceso que usualmente son Tipo Pull o MTO *Make To Order*, o en la falencia de un buen nivel de servicio al cliente con presencia de repuestos o insumos agotados por no tener buenos procedimientos de cálculo en la demanda futura ni en el Plan de reabastecimiento (Mora, Inventarios, 2014)

En la *Ilustración 48* se observa como los LDT (*Logistic Down Time* por sus siglas en inglés) tiempo total logístico que demora la acción de reparación o mantenimiento, son parte importante del tiempo en estado de falla de los equipos. Dentro de los LDT se encuentran las demoras por falta de repuestos, fabricación de repuestos, búsqueda de repuestos, etc. Lograr optimizar el

manejo de inventario, tiene como consecuencia la disminución de tiempos y el mejorar los indicadores CMD.

Ilustración 47. Demoras en trabajos de mantenimiento



(Mora, Mantenimiento Estratégico, 2007a)

Ilustración 48. Variables de inventarios más impactantes a mejorar

		% Real M	Gerente por mejorar %	Mantenimiento % Real P	Producción por mejorar %
8	CRÍTICO		% Real G	% Real M	% Real P
	Manejo de inventarios.	1.76	66.52%	56.47%	63.17%
8(a)	Spare Parts Catalogue	1.79	1.71	1.93	1.71
01)	¿Para cuántas de sus máquinas tiene usted un catálogo de piezas de recambio?	1.75	2.00	1.75	1.50
02)	¿Tiene usted muchas copias de cada catálogo?	1.83	2.00	2.00	1.50
03)	¿Cuál es la razón de la carencia de catálogos?	1.67	1.50	1.75	1.75
04)	¿Tiene usted la clasificación centralizada para catálogos?	1.83	1.50	2.25	1.75
05)	¿Para ciertos artículos generales, (artículos estándar) usa usted sólo la referencia de proveedor?	1.42	1.50	1.25	1.50
06)	¿Son puestos al día los catálogos de piezas de recambio con regularidad?	1.92	2.00	2.00	1.75
07)	¿Son la mayor parte de sus catálogos en su propia lengua?	2.08	1.50	2.90	2.25
8(b)	Registro de retiro y destinación de las piezas de recambio	1.37	1.25	1.43	1.43
08)	¿Es registrada cada pieza de recambio saliente?	1.33	1.00	1.50	1.50
09)	¿Sobre cual metodo recibe usted demandas de una pieza de recambio?	1.08	1.00	1.00	1.25
10)	¿Controla usted la conformidad y las referencias de las piezas de recambio recibidas?	1.33	1.25	1.25	1.50
11)	¿Hay un control de la destinación final de piezas de recambio codiciosas?	1.33	1.25	1.25	1.50
12)	¿Si usted nota una anomalía (la no conformidad, mal se refiere, la dirección desconocida), qué hace usted?	1.17	1.00	1.25	1.25
13)	¿Tiene usted un sistema para asignar los pedazos a joborder afectado(preocupado)?	1.17	1.00	1.25	1.25
14)	¿Se le hace un buen seguimiento a este sistema de cita?	1.42	1.25	1.50	1.50
15)	¿Hay un control final acerca de los pasos procesales del uso de piezas de recambio?	1.42	1.25	1.50	1.50
16)	¿Recibe usted o hace usted la cuenta regular del número de las piezas de recambio que dejan cada sector?	1.67	1.50	2.00	1.50
17)	¿Recibe usted o hace usted la cuenta regular del valor de las piezas de recambio que dejan cada sector?	1.75	2.00	1.75	1.50
8(c)	Listas de piezas de recambio	1.70	1.74	1.76	1.61
18)	¿Usa usted un sistema a la continuación la disponibilidad de piezas de recambio en la acción(reserva)?	1.33	1.00	1.50	1.50
19)	¿Con que frecuencia pone al día usted el estado de las tarjetas de índice para la acción(reserva) de piezas de recambio?	2.00	3.00	1.50	1.50
20)	¿Verifica usted la disponibilidad sólo basada en el listado o también por controlando la acción(reserva) física?	1.75	2.00	1.50	1.75
21)		1.33	2.00	1.00	1.00
22)	¿Cón que frecuencia controla usted la acción(reserva) de piezas de recambio física?	1.92	1.75	2.00	2.00
23)	¿Qué porcentaje de artículos de reserva estan elmal estado?	2.00	2.25	1.75	2.00
24)	¿Usa usted la descripción de artículo?	1.25	1.25	1.25	1.25
25)	¿Usa usted la referencia de artículo?	1.75	2.00	1.75	1.50
26)	¿Usa usted la referencia de proveedor?	1.08	1.00	1.25	1.00
27)	¿Usted usa el código de posición?	1.33	1.00	1.75	1.25
28)	¿Usted usa reseva en cantidad?	1.58	1.50	2.00	1.25
29)	¿Usted usa registro y fechas?	2.00	1.75	2.25	2.00
30)	¿Usted usa cuestionarios y fechas?	2.08	1.75	2.25	2.25
31)	¿Usa usted la reserva maxima?	2.42	2.25	2.75	2.25
32)	¿Usa usted la reserva minima?	2.42	2.00	2.75	2.50
33)	¿Usa usted la cantidad ordenada(pedida)?	2.25	2.25	2.50	2.00
34)	¿Usa usted la orden de referencia(pedido)?	1.08	1.25	1.00	1.00
35)	¿Usa usted el precio por unidad?	1.08	1.25	1.00	1.00
8(d)	Dirección de Piezas de recambio	2.04	1.90	2.25	1.98
36)	¿Usted da continuación a los niveles de reserva de cada pieza de recambio?	2.17	2.25	2.25	2.00
37)	¿Usted da continuación a las órdenes en el progreso para cada pieza de recambio?	1.67	1.50	2.00	1.50
38)	¿Esta condicionado el sistema de control con los limites de reserva(reserva minima, nivel de pedidos)	2.08	2.00	2.25	2.00
39)	¿Es automatizado el control de reserva, manual o combinado?	1.92	1.75	2.25	1.75
40)	¿Quién decide los criterios de control para la dirección de piezas de recambio?	2.17	2.00	2.50	2.00
41)	¿Son reajustados los criterios de control con regularidad?	2.58	2.50	2.75	2.50
42)	¿Tiene usted una o varias tiendas para abastecer sus piezas de recambio?	2.42	2.25	2.50	2.50
43)	¿Estan estas bien aisladas y bien protegidas?	2.17	2.00	2.50	2.00
44)	¿Estan codificada la posición de las partes incluidas en su sistema de dirección?	1.50	1.00	1.50	2.00
45)	Sabe(conoce) usted cuáles piezas de recambio que tienen un alto volumen de ventas?	1.67	1.50	1.75	1.75
46)	¿Usa usted un sistema de pico - hacia fuera en tiendas o en reservas para las partes que con frecuencia son consumidas?	2.08	1.75	2.50	2.00
47)	¿Controla usted estas acciones de la reserva?	2.08	2.25	2.25	1.75
8(e)	Compras y Suministro de reserva	1.91	1.67	2.03	2.03
48)	¿Nota usted tardanzas importantes del suministro de ciertas partes?	2.00	1.75	2.25	2.00
49)	¿Analiza usted las causas de aquellas tardanzas?	1.75	1.50	1.75	2.00
50)		1.92	1.50	2.25	2.00
51)	¿Qué papel juega la Oficina Técnica en el sistema de nuevo ordenamiento de piezas de recambio?	1.42	1.50	1.50	1.25
52)	¿Recibe usted demandas de piezas de recambio de varios departamentos de la Empresa?	1.67	1.00	1.75	2.25
53)	¿Usted da continuación a las órdenes de piezas de recambio?	1.92	1.50	2.25	2.00
54)	¿Guarda(¿Mantiene) usted la estadística de las piezas de recambio que no son movidas o consumidas durante el año?	2.33	2.00	2.50	2.50
55)	obligado a sobreordenar(sobrepedir) ciertas piezas de recambio?	2.17	2.25	2.00	2.25
56)	¿SI ésta es la situcion, cómo evita usted la carencia de volumen de ventas de estas piezas de recambio?	2.00	2.00	2.00	2.00

Entre las variables más resaltantes a mejorar es el proceso de determinación de mínimos y máximos para los ítems, es importante resaltar que en la metodología *MTS MTO MTF*, esto solo aplica a las referencias Pull (las que no se desean tener en stock) (Mora, Inventarios, 2014); uso del EOQ *Economic Order Quantity* o denominado también lote económico, decisiones cuándo se reemplazan las piezas de recambio, disponibilidad de proveedores, las piezas en los almacenes o bodegas están adecuadamente mantenidas?, las estadísticas de consumo, control de los sobre pedidos que generan abundancia y excesos.

4.3.1.3.4 Conocimiento de la Disponibilidad de equipos (4)

La disponibilidad al fin y al cabo es el indicador magno de mantenimiento, a través de la efectividad, donde se desprende que depende de la confiabilidad y de la mantenibilidad, que son las reglas más sublimes del mantenimiento, entonces, este ítem es muy natural que aparezca, así se tenga un buen nivel actual de mantenimiento, como se percibe en CELSIA por los resultados hasta ahora obtenidos.

Ilustración 49. Variables de conocimiento de la disponibilidad más impactantes a mejorar

4	CRÍTICO	Gerente			
		% Real M	por mejorar %	Mantenimiento % Real P	Producción por mejorar %
	Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	1.66	60.23%	63.64%	64.20%
4(a)	Registros Historicos	1.44	1.192083333	1.521041667	1.61375
04)	¿Esta la parte de Disponibilidad en los registros históricos?	2.08	2.00	2.00	2.25
09)	¿Hay una preparación detallada de los intervenciones durante estas paradas previstas?	1.58	1.25	1.50	2.00
12)	¿Tiene un historial de todas las pérdidas de disponibilidad (externa o interna) de sus máquinas y equipos?	1.74	1.31	2.00	1.87
4(b)	Análisis de los datos y de las informaciones	1.74	1.30	2.03	1.90
14)	¿Registra las causas de la parada de las máquinas?	1.67	1.25	1.75	2.00
15)	¿Sigue el índice de la disponibilidad de las máquinas que disciernen entre la interrupción, el mantenimiento preventivo, lubricar, etc...?	1.58	1.25	2.00	1.50
16)	¿Registra sobre las horas de la ejecución, la dosificación entre el Mantenimiento Preventivo y Correctivo?	1.83	1.25	2.00	2.25
17)	¿Es el el informe global conocido?	1.58	1.25	2.00	1.50
18)	¿Este informe es conocido para todas las máquinas Estratégicas?	1.92	1.25	2.25	2.25
19)	¿Tiene límites que sean aceptables o inaceptables para el Mantenimiento preventivo/Mantenimiento Correctivo?	1.92	1.75	2.25	1.75
21)	¿Mide la tarifa de la satisfacción después de tareas de mejora?	1.83	1.25	2.25	2.00
22)	¿Hay intervencions del mantenimiento sin el uso de un informe?	1.92	1.25	2.25	2.25

Ilustración 50. LCC – Disponibilidad

Efectividad y LCC en mantenimiento

$$LCC = \sum_0^T \frac{1}{(1+r)^n} * C(n) \quad Disponibilidad = \frac{Confiabilidad}{Confiabilidad + Mantenibilidad}$$

, donde

r es la tasa de descuento o rata de interés

C (n) es el costo en el año n.

T es la vida útil en años

$\begin{aligned} \text{Efectividad de la máquina o elemento} &= \text{Confiabilidad} * \text{Mantenibilidad} * \text{Disponibilidad} * \text{Capacidad utilizada} \\ \text{Efectividad del sistema} &= \frac{\text{Efectividad de la Máquina o del elemento}}{LCC} = \frac{C * M * D * K}{LCC} \\ \text{donde } LCC &= \text{Life Cycle Cost y } K = \text{Capacidad utilizada} \end{aligned}$
--

Entre las variables con mayor susceptibilidad a la mejora en Disponibilidad de mantenimiento, se encuentran: registros de tiempos de mantenimientos preventivos o correctivos, tenencia de información de tiempos de ejecución en todas las máquinas, límites para los tiempos de realización de los mantenimientos planeados o no, medición del nivel de satisfacción de los trabajos realizados, inclusión de los trabajos y tiempos de mantenimientos en los informes periódicos de mantenimiento en la empresa.

4.3.1.3.5 Percepción del mantenimiento (3)

En síntesis es la imagen que se tiene de mantenimiento del servicio prestado a operación, gerencia y al propio mantenimiento, dentro de la empresa. En este punto se busca determinar cuál es la percepción general de la gestión de mantenimiento, se indaga sobre cómo se registran las actividades, estudios de información para la toma de decisiones, informes y demás hechos relevantes de la gestión de mantenimiento.

Ilustración 51. Variables de percepción de mantenimiento más impactantes a mejorar

			Gerente	Mantenimiento	Producción
		% Real M	por mejorar %	% Real P	por mejorar %
3	CRÍTICO		% Real G	% Real M	% Real P
	Percepción del mantenimiento	1.69	74.52%	64.42%	58.17%
3(a)	Importancia dada a la Organización	1.43	1.28	1.31	1.69
3(b)	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos	1.93	1.65	2.10	2.05
10)	¿Se comprueban las horas trabajadas reales?	1.92	1.75	1.75	2.25
11)	Están las piezas de repuestos utilizadas y los artículos registrados?	1.83	1.25	2.00	2.25
12)	¿Recibe detalles en el departamento del mantenimiento en caso de intervenciones de Producción?	2.25	2.00	2.50	2.25
13)	¿qué hace con el informe de ejecución?	1.67	1.25	1.75	2.00
14)	¿Qué usted hace con las planillas de tiempo?	2.25	2.25	2.25	2.25
15)	¿Qué hace usted con las hojas de control de las piezas de repuesto y los artículos?	1.83	1.75	2.25	1.50
16)	¿Existe un tratamiento técnico de los documentos concenientes la demanda del trabajo, las planillas de tiempo y el reporte?	2.00	1.50	2.50	2.00
17)	¿hay una regeneración sistemática de la información después de procesar?	1.92	1.50	2.25	2.00
3(c)	Mantenimiento Preventivo	1.64	1.56	1.63	1.72
26)	¿Existe un reporte de Intervenciones Preventivas?	2.00	1.75	2.00	2.25

Sobresalen dos variables: información detallada de operación a mantenimiento, cuando operación interviene los equipos, este punto tiene una baja calificación, por qué operación o producción no realiza intervención sobre los equipos, todas las actividades de mantenimiento son realizadas por mantenimiento. El área de operación solo realiza inspecciones básicas y seguimiento de parámetros operativos, reporta averías en caso de existir. El otro es el análisis de las planillas de informes de tiempos de realización de mantenimiento y producción.

4.3.1.3.6 Métodos de preparación (6)

Es un punto vital en la planeación estratégica del mantenimiento, en la planeación y programación de los trabajos correctivos, preventivos, predictivos y correctivos a realizar por parte de mantenimiento, es un punto demasiado crucial en importante en la visión sobre mantenimiento, desde la óptica de otras dependencias.

Ilustración 52. Variables de preparación de los trabajos del mantenimiento más impactantes a mejorar

6	CRÍTICO	% Real M	Gerente	Mantenimiento	Producción
			por mejorar %	% Real P	por mejorar %
	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	1.65	71.78%	64.02%	65.53%
6(a)	Preparación del Trabajo	1.56	1.38	1.71	1.60
03)	¿Para los intervenciones previstas, usted prepara las herramientas necesarias, principalmente herramientas específicas?	1.50	1.00	2.00	1.50
04)	¿Para los intervenciones previstas, usted prepara la documentación técnica necesaria?	1.67	1.25	1.75	2.00
09)	¿Para qué tipos de intervención usted realiza estas inspecciones?	1.92	1.75	2.00	2.00
10)	¿Para qué tipos de intervención usted refiere a la documentación técnica?	1.83	1.75	1.75	2.00
6(b)	Historia cronológica de los intervenciones	1.54	1.46	1.50	1.67
16)	¿Con ayuda de quienes han sido elaboradas estas formas o procedimientos?	1.92	1.50	2.00	2.25
6(c)	Análisis de los sistemas actuales	1.83	1.75	1.75	2.00
24)	¿Calcula los costos de ejecución para el Mantenimiento Correctivo?	1.75	1.50	1.75	2.00
25)	¿Calcula los tiempos de ejecución para el Mantenimiento Correctivo?	2.00	2.00	2.00	2.00
26)	¿Utiliza índices para comparar los costes de mantenimiento Preventivo y Correctivo?	2.00	2.25	2.00	1.75
27)	¿Utiliza índices para comparar los tiempos de ejecución del Mantenimiento Preventivo y Correctivo?	2.00	1.75	1.75	2.50
28)	¿Utiliza estos índices para mejorar el programa de Mantenimiento Preventivo?	1.83	1.50	1.75	2.25
6(d)	Trabajos de la mejora	1.64	1.48	1.81	1.61
31)	¿Ha participado en grupos de trabajo para el análisis de mejoras sugeridas a sus equipos o máquinas?	1.67	1.25	1.75	2.00
32)	¿Hace estudios de beneficios antes de comenzar la implementación de mejoras en los equipos o máquinas?	1.67	1.25	2.25	1.50
33)	¿Utiliza los mismos procedimientos para mejorar las infraestructuras y los edificios?	1.67	1.25	2.00	1.75
34)	¿Tiene un departamento que tome con cuidado de los estudios de las mejoras?	1.58	1.50	2.00	1.25
35)	¿Quién puede lanzar los estudios de la mejora con respecto a las máquinas de la producción?	1.92	2.25	1.75	1.75
6(e)	Mantenimiento Preventivo	1.50	1.50	1.53	1.47
42)	¿Con quién usted ha resuelto estas tarjetas de índice para las visitas?	2.00	2.00	2.00	2.00
44)	¿Calcula la estadística de acuerdo a la proporción de costos de Mantenimiento Preventivo y de Mantenimiento Correctivo?	2.17	2.25	2.50	1.75
6(f)	Piezas de Repuesto	1.73	1.75	1.85	1.60
46)	¿Define las piezas de repuesto necesarias para cada intervención planeada?	1.83	1.75	1.75	2.00
51)	¿Es usted responsable de actualizar regularmente el catálogo de piezas de repuesto?	1.92	2.00	2.25	1.50
52)	¿Usted asigna los costos de las piezas de repuesto?	2.67	2.50	3.00	2.50
53)	¿Utiliza cocientes para seguir los costos de las piezas de repuesto?	2.33	2.50	2.50	2.00
54)	¿Participa en la elaboración de criterios de gerencia para las piezas de repuesto?	1.75	1.50	2.00	1.75
55)	¿Participa en las decisiones referentes la subcontratación de ciertas tareas del mantenimiento?	1.75	1.50	2.25	1.50
6(g)	Documentación Técnica	1.81	1.59	1.89	1.95
56)	¿Utiliza la documentación técnica durante la preparación de los intervenciones de mantenimiento?	1.75	1.25	2.00	2.00
57)	¿Es fácil el acceso a la documentación técnica?	1.83	1.25	2.25	2.00
58)	Si usted necesita la documentación, ¿dónde puede usted encontrarla?	1.75	1.50	1.75	2.00
61)	¿Está satisfecho con el sistema de codificación de la documentación técnica?	2.08	2.00	2.00	2.25
62)	¿El sistema permite que encuentre la información eficientemente?	2.17	2.00	2.25	2.25
63)	¿Existe un sistema para los archivos de la máquina, los archivos de los estándares y otros archivos técnicos?	1.83	1.50	2.00	2.00
64)	¿Estos documentos se consultan con frecuencia?	1.67	1.25	1.75	2.00
65)	¿Estos archivos son actualizados regularmente?	2.00	2.00	2.00	2.00

Las variables que más resaltan para ser mejoradas, son: costos e índices de mantenimiento preventivos y correctivos realizados, control sobre los insumos, materiales, consumibles y repuestos de inventarios usados en las reparaciones, la información de mantenimiento es actualizada y disponible.

4.4 Conclusiones de objetivo específico 3

El capítulo aporta en su orden de prioridad por tópico, las variables importantes e impactantes susceptibles, de mejora, definiendo en cada caso el conjunto de ellas que se deben implementar por bloque y en simultáneo y en su secuencia.

La metodología ASAF permite identificar el estado actual de gestión del mantenimiento, en todos sus aspectos, pero más importante aún, nos da información cuantitativa que permite poder priorizar en aquellas áreas donde existe una mayor brecha frente al estándar. De esta forma podemos concentrar esfuerzos y recursos en las áreas que son más susceptibles a hacer mejores y donde tendremos resultados más significativos para la gestión de mantenimiento.

La importancia de tener separados los tiempos de aplicación es vital, dado que unas variables terminan impactando a otras, es por eso que se debe realizar en secuencia lógica, Tal cual como se presenta en el siguiente capítulo, el plan estratégico de Mejoras y acciones de optimización del mantenimiento actual en CELSIA Barranquilla.

5 PLAN ESTRATÉGICO DE MEJORAS

5.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 4

Describir un Plan estratégico secuencial de las acciones de mejoras de mantenimiento, derivadas de la metodología ASAF. - Nivel 4 - Analizar – Escala de Bloom & Gagné.

5.2 INTRODUCCIÓN DE OBJETIVO ESPECÍFICO 4

Esta última sección analítica presenta de manera ordenada y secuencial, todas las acciones que se recomienda realizar para mejorar el mantenimiento en sus dimensiones de confiabilidad, mantenibilidad, costos, disponibilidad, rentabilidad, productividad, competitividad, etcétera; necesarios para obtener una optimización de la gestión de mantenimiento.

A su vez entrega la forma secuencial de realización, acorde al impacto que generan en el beneficio y de los recursos necesarios para su implementación.

5.3 DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 4

El proceso contempla, plantear en orden secuencial las variables a trabajar en cada uno de los grupos de tópicos, luego se presenta el conjunto global y específico, siempre acorde a los valores de jerarquización e importancia relativa, entregados por el ASAF.

5.3.1 Orden de tópicos

La parte organizada de los tópicos y asumiendo los valores promedios a desarrollar en mejoras, propende y coloca la secuencia lógica de objetivos a trabajar acorde a los tópicos con mayor ponderación susceptibles de mejora.

Ilustración 53. Tópicos prioritarios para la optimización

Orden de Prioridad	No.	Concepto	Gerentes		Mantenimiento		Producción		Total	
			% Real G	por mejorar %	% Real M	por mejorar %	% Real P	por mejorar %	% Real Total	por mejorar %
1	5	Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	74.38%	25.63%	46.88%	53.13%	52.50%	47.50%	57.92%	42.08%
2	1	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mto.)	67.28%	32.72%	56.99%	43.01%	59.93%	40.07%	61.40%	38.60%
3	8	Manejo de inventarios.	66.52%	33.48%	56.47%	43.53%	63.17%	36.83%	62.05%	37.95%
4	4	Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	60.23%	39.77%	63.64%	36.36%	64.20%	35.80%	62.69%	37.31%
5	3	Percepción del mantenimiento	74.52%	25.48%	64.42%	35.58%	58.17%	41.83%	65.71%	34.29%
6	6	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	71.78%	28.22%	64.02%	35.98%	65.53%	34.47%	67.11%	32.89%
	11	Recursos Materiales de Mantenimiento.	77.31%	22.69%	62.96%	37.04%	67.13%	32.87%	69.14%	30.86%
	12	Entrenamiento	74.31%	25.69%	65.97%	34.03%	67.36%	32.64%	69.21%	30.79%
	7	Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.	75.00%	25.00%	69.02%	30.98%	66.85%	33.15%	70.29%	29.71%
	10	Recursos Humanos de Mantenimiento.	79.04%	20.96%	72.79%	27.21%	78.31%	21.69%	76.72%	23.28%
	9	Qué es lo que cada quién hace..... en mantenimiento?	82.76%	17.24%	73.28%	26.72%	75.00%	25.00%	77.01%	22.99%
	2	Percepción de las jerarquías superiores de Mto.	80.65%	19.35%	83.06%	16.94%	77.82%	22.18%	80.51%	19.49%
			73.65%	26.35%	64.96%	35.04%	66.33%	33.67%	68.31%	31.69%
					24.5924		Promedio			

Una vez se toman los relevantes a mejorar, que son los tópicos que están por encima de la media de mejora, en este caso en particular 31,69%, solo quedan concentrados en seis tópicos a trabajar. De esta forma se prioriza sobre los tópicos que tendrán mayor impacto, y no se usan recursos en tópicos que no tendrán un impacto significativo en la gestión del mantenimiento.

Ilustración 54. Tópicos ordenados a trabajar en mejoras

Orden de Prioridad	No.	Concepto	Total	
			% Real Total	por mejorar %
1	5	Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	57.92%	42.08%
2	1	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mto.)	61.40%	38.60%
3	8	Manejo de inventarios.	62.05%	37.95%
4	4	Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	62.69%	37.31%
5	3	Percepción del mantenimiento	65.71%	34.29%
6	6	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	67.11%	32.89%
			68.31%	31.69%

5.3.2 Específicos

Ahora se presentan dentro de cada tópico, las variables susceptibles de mejora, que están por encima de la media de cada grupo, para así completar el global de todo el conjunto.

En su orden los tópicos son: 5-Costos; 1-Mtto y Operación; 8-Inventarios; 4-Disponibilidad; 3-Percepción de mantenimiento; 6-Metodos de trabajo.

5.3.2.1 Costos del Mantenimiento (5)

Indudablemente la efectividad del mantenimiento a través del LCC, exige el pleno conocimiento en tiempo real de los costos que conllevan, con el fin de optimizar la efectividad del mismo, como se explica en la fórmula magna de efectividad (Ver *Ilustración 50*).

Ilustración 55. Sub-Áreas relevantes de Costos (5)

5	CRÍTICO	
	Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	
	5(a)	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento
	5(b)	Análisis del sistema actual

En su relevancia ya individual aparecen las siguientes variables de cada una de las dos sub-áreas como importantes.

Ilustración 56. Variables a mejorar en Costos (5)

5	CRÍTICO	
	Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	
	5(a)	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento
	12)	¿Es el informe de costo del Preventivo/Correctivo conocido para cada máquina?
	5(b)	Análisis del sistema actual

Se desprende que la única variable a trabajar es sobre los costos de mantenimientos correctivos, preventivos, predictivos y su incidencia en los trabajos de mantenimiento hechos con recursos propios, dejando abierta la posibilidad a estudiar por parte de Zona Franca CELSIA de llevar a cabo una subcontratación selectiva, en términos de efectivos, calidad y costos.

5.3.2.2 Relación entre Mantenimiento y Operación (1)

Es un punto crítico en el macro procesó mantener, ya que establece, la relación más significativa como lo es la relación entre mantenimiento y operación, la cual es tácita y debe ser solo al través de la máquina.

Ilustración 57. Sub-Áreas relevantes de relación entre Operación y Mantenimiento (1)

1	CRÍTICO	
	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mtto.)	1.77
		1.77
Tópico 1	VINCULOS ENTRE PRODUCCION Y MANTENIMIENTO	Promedio
1(a)	Comunicación y Relaciones	1.583
1(b)	Método de Intervención	1.79
1(c)	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	1.72
1(d)	Percepción de la Función de Mantenimiento por Producción	1.97

Las sub-áreas que prevalecen en su orden son: como Producción entiende y evalúa el trabajo de Mantenimiento, que es vital en ASAF, luego sigue como hace mantenimiento las intervenciones de las peticiones de trabajos de operación, posteriormente en sí que opina producción de los trabajos preventivos hechos por mantenimiento y por último, las comunicaciones y los sistemas bivalentes de comunicación y relación al través de la máquina.

Ilustración 58. Relaciones indirectas entre mantenimiento y operación



En la

Ilustración 59 se muestran las variables a trabajar en cada sub-área, para priorizar.

En su orden de sub-área predomina inicialmente como producción ve el cumplimiento de la función de mantenimiento, por parte de este (esto es lógico y vital en el proceso mantener); luego las intervenciones de mantenimiento como producción las califica, posteriormente el preventivo y por último las comunicaciones y relaciones entre mantenimiento, su trabajo y operación.

Ilustración 59. Variables a mejorar en Relación entre Operación y Mantenimiento (1)

1	CRÍTICO	
	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mtto.)	1.77
		1.77
Tópico 1	VINCULOS ENTRE PRODUCCION Y MANTENIMIENTO	Promedio
1(a)	Comunicación y Relaciones	1.583
1(b)	Método de Intervención	1.79
07)	¿Los operarios de producción también están desempeñando un papel en Mantenimiento?	2.50
09)	¿Los operarios están registrando los detalles de sus intervenciones?	2.33
10)	¿El Mantenimiento registra los contenidos de las intervenciones de los operarios?	2.33
1(c)	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	1.72
25)	¿El programa se ha elaborado con la ayuda de la gente de producción?	2.33
1(d)	Percepción de la Función de Mantenimiento por Producción	1.97
29)	¿Llama a Mantenimiento en caso de la limpieza de sus máquinas?	2.25
30)	¿Llama a Mantenimiento en caso del control simple de niveles?	2.25
31)	¿Llama a Mantenimiento en caso de cambiar fusibles?	2.75
33)	¿Divulga los detalles de la intervención por la producción al mantenimiento?	2.17

Al priorizar las variables de cada sub-área se vislumbra que la variable más relevante a mejorar es la realización de llamadas a mantenimiento para que este haga tareas menores que las puede realizar directamente operación (cambio de fusibles), luego la participación de personal de operación en las labores de mantenimiento, posteriormente registro de información de trabajos de mantenimiento que realiza operación, luego la planeación de mantenimiento con la ayuda y participación de operarios de producción.

5.3.2.3 Manejo de Inventarios (8)

Son un tópico extremadamente importante, ya que pueden generar los retrasos y por ende los incumplimientos de mantenimiento en la realización de sus trabajos, por un lado, pero por el otro pueden generar unos sobrecostos altísimos al tener demasiados repuestos costos que no rotan en el sistema de almacenamiento (Ver Ilustración 60).

Al individualizar y conocer la fuente de la situación a mejorar, desagregando las variables que las causan, se tiene la secuencia mostrada en la Ilustración 61.

Ilustración 60. Sub-Áreas relevantes de Manejo de Inventarios (8)

8	CRÍTICO	
	Manejo de inventarios.	
8(a)	Spare Parts Catalogue	1.79
8(b)	Registro de retiro y destinación de las piezas de recambio	1.37
8(c)	Listas de piezas de recambio	1.70
8(d)	Dirección de Piezas de recambio	2.04
8(e)	Compras y Suministro de reserva	1.91

Ilustración 61. Variables a mejorar en Inventarios (8)

8	CRÍTICO	
	Manejo de inventarios.	
8(a)	Spare Parts Catalogue	1.79
8(b)	Registro de retiro y destinación de las piezas de recambio	1.37
8(c)	Listas de piezas de recambio	1.70
31)	¿Usa usted la reserva máxima?	2.42
32)	¿Usa usted la reserva mínima?	2.42
33)	¿Usa usted la cantidad ordenada(pedida)?	2.25
8(d)	Dirección de Piezas de recambio	2.04
36)	¿Usted da continuación a los niveles de reserva de cada pieza de recambio?	2.17
40)	¿Quién decide los criterios de control para la dirección de piezas de recambio?	2.17
41)	¿Son reajustados los criterios de control con regularidad?	2.58
42)	¿Tiene usted una o varias tiendas para abastecer sus piezas de recambio?	2.42
43)	¿Estan estas bien aisladas y bien protegidas?	2.17
8(e)	Compras y Suministro de reserva	1.91
54)	¿Guarda(¿Mantiene) usted la estadística de las piezas de recambio que no son movidas o consumidas durante el año?	2.33
55)	¿Para cubrir sus necesidades para el año y principalmente cubrir el imprevisto, se siente usted obligado a sobreordenar(sobrepedir) ciertas piezas de recambio?	2.17

Ya en el detalle las principales variables, que se muestran de forma jerárquica y numérica, en orden son de este punto de entrenamiento, las siguientes: existencia de controles en los recambios de piezas preventivos de inventarios, máximos y mínimos de los inventarios, existencia de suficientes proveedores cerca de la empresa o que envían pronto los repuestos, controles sobre los repuestos y mercancías que no rotan en espectros amplios de tiempo, cantidades a pedir, el *EOQ* o tamaño de los pedidos, para seguridad se hacen sobre pedidos permanentemente.

5.3.2.4 Conocimiento de la disponibilidad (4)

La disponibilidad es especialmente el controlador e indicador magno de mantenimiento, ya que es dependiente de los valores de confiabilidad y de mantenibilidad, quienes en su orden controlan todo lo relevante de operación y mantenimiento, los dos actores principales del ASAF (Ver *Ilustración 58*).

Ilustración 62. Sub-Áreas relevantes de Conocimiento de Disponibilidad (4)

4	CRÍTICO	
	Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	
	4(a)	Registros Historicos
	4(b)	Análisis de los datos y de las informaciones

Al marcar de forma individual las variables que impugnan los sub-tópicos de mejoramiento, se encuentra lo siguiente.

Ilustración 63. Variables a mejorar en Conocimiento de la Disponibilidad (4)

4	CRÍTICO	
	Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	
	4(a)	Registros Historicos
	04)	¿Esta la parte de Disponibilidad en los registros históricos?
	4(b)	Análisis de los datos y de las informaciones
	16)	¿Registra sobre las horas de la ejecución, la dosificación entre el Mantenimiento Preventivo y Correctivo?
	18)	¿Este informe es conocido para todas las máquinas Estratégicas?
	19)	¿Tiene límites que sean aceptables o inaceptables para el Mantenimiento preventivo/Mantenimiento Correctivo?
	21)	¿Mide la tarifa de la satisfacción después de tareas de mejora?
	22)	¿Hay intervencions del mantenimiento sin el uso de un informe?

En su respectivo orden, las variables a mejorar en CELSIA son: el cálculo e interpretación de la Disponibilidad, debe CELSIA emprender de inmediato un sistema de medición y predicción CMD, controles sobre los ratios entre mantenimientos preventivos y correctivos, registros de los indicadores de tiempos de realización preventivos frente a los correctivos, en todas las máquinas estratégicas de CELSIA se llevan a cabo controles e indicadores de tiempos de trabajos correctivos y preventivos, nivel de satisfacción de operación con los trabajos de mantenimiento que se le realizan.

Se desprende de lo anterior, que una de las variables a trabajar es sobre los costos de mantenimientos correctivos, preventivos, predictivos y su incidencia en los trabajos de mantenimiento hechos con recursos propios, dejando abierta la posibilidad a estudiar por parte de CELSIA de llevar a cabo una subcontratación selectiva y efectiva, en términos de efectivos, calidad y costos.

5.3.2.5 Percepción del mantenimiento (3)

La imagen que genera mantenimiento en los departamentos que sirve y a las personas que atiende, es muy importante para el desenvolvimiento normal de una empresa, en especial si ya se tiene un muy buen nivel de mantenimiento en la compañía, como es el caso de CELSIA.

Ilustración 64. Sub-Áreas relevantes de Percepción de Mantenimiento (3)

3	CRÍTICO	
	Percepción del mantenimiento	
	3(a)	Importancia dada a la Organización
	3(b)	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos
	3(c)	Mantenimiento Preventivo

Al valorar las cifras de evaluación de las tres sub-áreas se encuentra que el manejo, la administración y el análisis de datos es lo más relevante. Al observar de forma detallada las variables con mayor puntaje a mejorar, están las que se muestran en la *Ilustración 65*.

Ilustración 65. Variables a mejorar en Percepción de Mantenimiento (3)

3	CRÍTICO	
	Percepción del mantenimiento	
	3(a)	Importancia dada a la Organización
	3(b)	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos
	12)	¿Recibe detalles en el departamento del mantenimiento en caso de intervenciones de Producción?
14)	¿Qué usted hace con las planillas de tiempo?	
3(c)	Mantenimiento Preventivo	

Los dos asuntos de potencial importancia de la típica percepción, son en su orden: producción informa y documenta detalladamente sus intervenciones de mantenimiento?, se hace algún análisis con los tiempos utilizados en dichas intervenciones.

5.3.2.6 Métodos y preparación de los trabajos de Mantenimiento (6)

Es un tópico esencial y muy relevante en el macro procesó mantener, ya que en el estriba la efectividad del sistema, para la preparación y programación de las tareas correctivas, modificativas, preventivas y predictivas del mantenimiento, es por ello que se debe prestar una especial atención a este último tópico de mejoras (Ver *Ilustración 66*).

Ilustración 66. Sub-Áreas relevantes de Métodos y Preparación de Mantenimiento (6)

6	CRÍTICO	
	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	1.65
6(a)	Preparación del Trabajo	1.56
6(b)	Historia cronológica de los intervenciones	1.54
6(c)	Análisis de los sistemas actuales	1.83
6(d)	Trabajos de la mejora	1.64
6(e)	Mantenimiento Preventivo	1.50
6(f)	Piezas de Repuesto	1.73
6(g)	Documentación Técnica	1.81

En su orden las más importante es análisis de la situación actual, la documentación, los repuestos, trabajos de mejora, preparación, mantenimiento preventivo, historia y estadística (Ver *Ilustración 67*).

El orden de variables a trabajar en este tópico de métodos de preparación, es: estimación de los costos de los repuestos, control de costos de los repuestos, facilidad de encontrar la información técnica, ratios entre trabajos correctivos y preventivos, sistemas de codificación, control y análisis de costos y de los tiempos de realización de correctivos y preventivos, indicadores y actualización de la información.

Ilustración 67. Variables a mejorar en Métodos y preparación de trabajos (6)

6	CRÍTICO	
	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	
6(a)	Preparación del Trabajo	1.56
6(b)	Historia cronológica de los intervenciones	1.54
25)	¿Calcula los tiempos de ejecución para el Mantenimiento Correctivo?	2.00
26)	¿Utiliza índices para comparar los costes de mantenimiento Preventivo y Correctivo?	2.00
27)	¿Utiliza índices para comparar los tiempos de ejecución del Mantenimiento Preventivo y Correctivo?	2.00
6(d)	Trabajos de la mejora	1.64
6(e)	Mantenimiento Preventivo	1.50
42)	¿Con quién usted ha resuelto estas tarjetas de índice para las visitas?	2.00
44)	¿Calcula la estadística de acuerdo a la proporción de costos de Mantenimiento Preventivo y de Mantenimiento Correctivo?	2.17
6(f)	Piezas de Repuesto	1.73
52)	¿Usted asigna los costos de las piezas de repuesto?	2.67
53)	¿Utiliza cocientes para seguir los costos de las piezas de repuesto?	2.33
6(g)	Documentación Técnica	1.81
61)	¿Está satisfecho con el sistema de codificación de la documentación técnica?	2.08
62)	¿El sistema permite que encuentre la información eficientemente?	2.17
65)	¿Estos archivos son actualizados regularmente?	2.00

5.3.3 Sub-áreas de interés

Ahora se presenta una óptica interesante donde se posicionan cada una de las sub-áreas de los diferentes tópicos, con el ánimo de saber en los puntos a mejorar cuáles son los prioritarios.

En la *Ilustración 68* se muestran los tópicos que deben ser intervenidos para obtener una correcta optimización. Se tienen los tópicos el área al cual hacen relación, la variable a intervenir y su calificación global.

En la *Ilustración 69* muestra específicamente las sub-áreas que tienen un mayor potencial de mejora y en estas se debe concentrar el plan de optimización de la gestión de mantenimiento.

Ilustración 68. Variables totales jerarquizadas a mejorar en los seis tópicos de optimización

Tópico	Nombre	SubÁrea	Descripción Variable	Promedio
8	Inventarios	8(d)	Dirección de Piezas de recambio	2.04
1	Relacion Mtto Operación	1(d)	Percepción de la Función de Mantenimiento por Producción	1.97
3	Percepción	3(b)	Importancia dada a la entrada de datos y al análisis de datos	1.93
5	Costos	5(b)	Análisis del sistema actual	1.93
8	Inventarios	8(e)	Compras y Suministro de reserva	1.91
6	Métodos de Preparación	6(g)	Documentación Técnica	1.81
5	Costos	5(a)	Datos históricos referentes a costos de mantenimiento	1.79
1	Relacion Mtto Operación	1(b)	Método de Intervención	1.79
8	Inventarios	8(a)	Spare Parts Catalogue	1.79
4	Disponibilidad	4(b)	Análisis de los datos y de las informaciones	1.74
6	Métodos de Preparación	6(f)	Piezas de Repuesto	1.73
1	Relacion Mtto Operación	1(c)	Percepción del Mantenimiento Preventivo (Nivel de Mantenimiento)	1.72
8	Inventarios	8(c)	Listas de piezas de recambio	1.70
6	Métodos de Preparación	6(d)	Trabajos de la mejora	1.64
3	Percepción	3(c)	Mantenimiento Preventivo	1.64
1	Relacion Mtto Operación	1(a)	Comunicación y Relaciones	1.58
6	Métodos de Preparación	6(a)	Preparación del Trabajo	1.56
6	Métodos de Preparación	6(b)	Historia cronológica de los intervenciones	1.54
6	Métodos de Preparación	6(e)	Mantenimiento Preventivo	1.50
4	Disponibilidad	4(a)	Registros Históricos	1.44
3	Percepción	3(a)	Importancia dada a la Organización	1.43
8	Inventarios	8(b)	Registro de retiro y destinación de las piezas de recambio	1.37

Ilustración 69. Plan Estratégico y las variables a mejorar que la componen

		1	CRÍTICO	
			Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mtto.)	1.77
				1.77
Tópico Número	Tema	SubÁrea	VARIABLE A MEJORAR	Valor
1	Relacion Mtto Operación	07)	¿Los operarios de producción también están desempeñando un papel en Mantenimiento?	2.50
1	Relacion Mtto Operación	09)	¿Los operarios están registrando los detalles de sus intervenciones?	2.33
1	Relacion Mtto Operación	10)	¿El Mantenimiento registra los contenidos de las intervenciones de los operarios?	2.33
1	Relacion Mtto Operación	25)	¿El programa se ha elaborado con la ayuda de la gente de producción?	2.33
1	Relacion Mtto Operación	29)	¿Llama a Mantenimiento en caso de la limpieza de sus máquinas?	2.25
1	Relacion Mtto Operación	30)	¿Llama a Mantenimiento en caso del control simple de niveles?	2.25
1	Relacion Mtto Operación	31)	¿Llama a Mantenimiento en caso de cambiar fusibles?	2.75
1	Relacion Mtto Operación	33)	¿Divulga los detalles de la intervención por la producción al mantenimiento?	2.17
3	Percepción	12)	¿Recibe detalles en el departamento del mantenimiento en caso de intervenciones de Producción?	2.25
3	Percepción	14)	¿Qué usted hace con las planillas de tiempo?	2.25
4	Disponibilidad	04)	¿Esta la parte de Disponibilidad en los registros históricos?	2.08
4	Disponibilidad	16)	¿Registra sobre las horas de la ejecución, la dosificación entre el Mantenimiento Preventivo y Correctivo?	1.83
4	Disponibilidad	18)	¿Este informe es conocido para todas las máquinas Estratégicas?	1.92
4	Disponibilidad	19)	¿Tiene límites que sean aceptables o inaceptables para el Mantenimiento preventivo/Mantenimiento Correctivo?	1.92
4	Disponibilidad	21)	¿Mide la tarifa de la satisfacción después de tareas de mejora?	1.83
4	Disponibilidad	22)	¿Hay intervenciones del mantenimiento sin el uso de un informe?	1.92
5	Costos	12)	¿Es el informe de costo del Preventivo/Correctivo conocido para cada máquina?	2.33
6	Métodos de Preparación	25)	¿Calcula los tiempos de ejecución para el Mantenimiento Correctivo?	2.00
6	Métodos de Preparación	26)	¿Utiliza índices para comparar los costes de mantenimiento Preventivo y Correctivo?	2.00
6	Métodos de Preparación	27)	¿Utiliza índices para comparar los tiempos de ejecución del Mantenimiento Preventivo y Correctivo?	2.00
6	Métodos de Preparación	42)	¿Con quién usted ha resuelto estas tarjetas de índice para las visitas?	2.00
6	Métodos de Preparación	44)	¿Calcula la estadística de acuerdo a la proporción de costos de Mantenimiento Preventivo y de Mantenimiento Correctivo?	2.17
6	Métodos de Preparación	52)	¿Usted asigna los costos de las piezas de repuesto?	2.67
6	Métodos de Preparación	53)	¿Utiliza cocientes para seguir los costos de las piezas de repuesto?	2.33
6	Métodos de Preparación	61)	¿Está satisfecho con el sistema de codificación de la documentación técnica?	2.08
6	Métodos de Preparación	62)	¿El sistema permite que encuentre la información eficientemente?	2.17
6	Métodos de Preparación	65)	¿Estos archivos son actualizados regularmente?	2.00
8	Inventarios	31)	¿Usa usted la reserva máxima?	2.42
8	Inventarios	32)	¿Usa usted la reserva mínima?	2.42
8	Inventarios	33)	¿Usa usted la cantidad ordenada(pedida)?	2.25
8	Inventarios	36)	¿Usted da continuación a los niveles de reserva de cada pieza de recambio?	2.17
8	Inventarios	40)	¿Quién decide los criterios de control para la dirección de piezas de recambio?	2.17
8	Inventarios	41)	¿Son reajustados los criterios de control con regularidad?	2.58
8	Inventarios	42)	¿Tiene usted una o varias tiendas para abastecer sus piezas de recambio?	2.42
8	Inventarios	54)	¿Guarda(¿Mantiene) usted la estadística de las piezas de recambio que no son movidas o consumidas durante el año?	2.33
8	Inventarios	55)	¿Para cubrir sus necesidades para el año y principalmente cubrir el imprevisto, se siente usted obligado a sobreordenar(sobrepedir) ciertas piezas de recambio?	2.17

5.3.3.1 Plan Estratégico de mejoras

Las variables se clasifican para el Plan estratégico de mejoras, acorde a su prioridad de mejoramiento, siendo las de mayor valor las más prioritarias, este se muestran en la *Ilustración 70*.

Ilustración 70. Variables relevantes a mejorar en secuencia temporal Plan Estratégico

Prioridad	Tópico Número	Tema	SubÁrea	VARIABLE A MEJORAR	Valor	Prioridad
1	1	Relacion Mtto Operación	31)	¿Llama a Mantenimiento en caso de cambiar fusibles?	2.75	1
2	6	Métodos de Preparación	52)	¿Usted asigna los costos de las piezas de repuesto?	2.67	2
3	8	Inventarios	41)	¿Son reajustados los criterios de control con regularidad?	2.58	3
4	1	Relacion Mtto Operación	07)	¿Los operarios de producción también están desempeñando un papel en Mantenimiento?	2.50	4
5	8	Inventarios	31)	¿Usa usted la reserva máxima?	2.42	5
5	8	Inventarios	32)	¿Usa usted la reserva mínima?	2.42	5
5	8	Inventarios	42)	¿Tiene usted una o varias tiendas para abastecer sus piezas de recambio?	2.42	5
8	5	Costos	12)	¿Es el informe de costo del Preventivo/Correctivo conocido para cada máquina?	2.33	8
8	8	Inventarios	54)	¿Guarda(¿Mantiene) usted la estadística de las piezas de recambio que no son movidas o consumidas durante el año?	2.33	8
8	6	Métodos de Preparación	53)	¿Utiliza cocientes para seguir los costos de las piezas de repuesto?	2.33	8
8	1	Relacion Mtto Operación	09)	¿Los operarios están registrando los detalles de sus intervenciones?	2.33	8
8	1	Relacion Mtto Operación	10)	¿El Mantenimiento registra los contenidos de las intervenciones de los operarios?	2.33	8
8	1	Relacion Mtto Operación	25)	¿El programa se ha elaborado con la ayuda de la gente de producción?	2.33	8
14	8	Inventarios	33)	¿Usa usted la cantidad ordenada(pedida)?	2.25	14
14	3	Percepción	12)	¿Recibe detalles en el departamento del mantenimiento en caso de intervenciones de Producción?	2.25	14
14	3	Percepción	14)	¿Qué usted hace con las planillas de tiempo?	2.25	14
14	1	Relacion Mtto Operación	29)	¿Llama a Mantenimiento en caso de la limpieza de sus máquinas?	2.25	14
14	1	Relacion Mtto Operación	30)	¿Llama a Mantenimiento en caso del control simple de niveles?	2.25	14
19	8	Inventarios	36)	¿Usted da continuación a los niveles de reserva de cada pieza de recambio?	2.17	19
19	8	Inventarios	40)	¿Quién decide los criterios de control para la dirección de piezas de recambio?	2.17	19
19	9	Inventarios	55)	¿Para cubrir sus necesidades para el año y principalmente cubrir el imprevisto, se siente usted obligado a sobreordenar(sobrepedir) ciertas piezas de recambio?	2.17	19
19	6	Métodos de Preparación	44)	¿Calcula la estadística de acuerdo a la proporción de costos de Mantenimiento Preventivo y de Mantenimiento Correctivo?	2.17	19
19	6	Métodos de Preparación	62)	¿El sistema permite que encuentre la información eficientemente?	2.17	19
19	1	Relacion Mtto Operación	33)	¿Divulga los detalles de la intervención por la producción al mantenimiento?	2.17	19
25	4	Disponibilidad	04)	¿Esta la parte de Disponibilidad en los registros históricos?	2.08	25
25	6	Métodos de Preparación	61)	¿Está satisfecho con el sistema de codificación de la documentación técnica?	2.08	25
27	6	Métodos de Preparación	25)	¿Calcula los tiempos de ejecución para el Mantenimiento Correctivo?	2.00	27
27	6	Métodos de Preparación	26)	¿Utiliza índices para comparar los costes de mantenimiento Preventivo y Correctivo?	2.00	27
27	6	Métodos de Preparación	27)	¿Utiliza índices para comparar los tiempos de ejecución del Mantenimiento Preventivo y Correctivo?	2.00	27
27	6	Métodos de Preparación	42)	¿Con quién usted ha resuelto estas tarjetas de indice para las visitas?	2.00	27
27	6	Métodos de Preparación	65)	¿Estos archivos son actualizados regularmente?	2.00	27
32	4	Disponibilidad	18)	¿Este informe es conocido para todas las máquinas Estratégicas?	1.92	32
32	4	Disponibilidad	19)	¿Tiene límites que sean aceptables o inaceptables para el Mantenimiento preventivo/Mantenimiento Correctivo?	1.92	32
32	4	Disponibilidad	22)	¿Hay intervenciones del mantenimiento sin el uso de un informe?	1.92	32
35	4	Disponibilidad	16)	¿Registra sobre las horas de la ejecución, la dosificación entre el Mantenimiento Preventivo y Correctivo?	1.83	35
36	4	Disponibilidad	21)	¿Mide la tarifa de la satisfacción después de tareas de mejora?	1.83	36

En un formato grueso de acciones de mejora de mantenimiento se pueden agrupar en acciones de mejoramiento (Mantenimiento, Inventarios, CMD), con el orden propuesto se muestra en la *Ilustración 71*.

Ilustración 71. Políticas estratégicas del Plan de Mejoramiento

Prioridad	Tópico Número	Tema	SubÁrea	VARIABLE A MEJORAR	Valor	Prioridad	Políticas de Mejoramiento
1	1	Relacion Mtto Operación	31)	¿Llama a Mantenimiento en caso de cambiar fusibles?	2.75	1	Mantenimiento
2	6	Métodos de Preparación	52)	¿Usted asigna los costos de las piezas de repuesto?	2.67	2	Inventarios
3	8	Inventarios	41)	¿Son reajustados los criterios de control con regularidad?	2.58	3	Inventarios
4	1	Relacion Mtto Operación	07)	¿Los operarios de producción también están desempeñando un papel en Mantenimiento?	2.50	4	Mantenimiento
5	8	Inventarios	31)	¿Usa usted la reserva máxima?	2.42	5	Inventarios
5	8	Inventarios	32)	¿Usa usted la reserva mínima?	2.42	5	Inventarios
5	8	Inventarios	42)	¿Tiene usted una o varias tiendas para abastecer sus piezas de recambio?	2.42	5	Inventarios
8	5	Costos	12)	¿Es el informe de costo del Preventivo/Correctivo conocido para cada máquina?	2.33	8	Mantenimiento
8	8	Inventarios	54)	¿Guarda(¿Mantiene) usted la estadística de las piezas de recambio que no son movidas o consumidas durante el año?	2.33	8	Inventarios
8	6	Métodos de Preparación	53)	¿Utiliza cocientes para seguir los costos de las piezas de repuesto?	2.33	8	Inventarios
8	1	Relacion Mtto Operación	09)	¿Los operarios están registrando los detalles de sus intervenciones?	2.33	8	Mantenimiento
8	1	Relacion Mtto Operación	10)	¿El Mantenimiento registra los contenidos de las intervenciones de los operarios?	2.33	8	Mantenimiento
8	1	Relacion Mtto Operación	25)	¿El programa se ha elaborado con la ayuda de la gente de producción?	2.33	8	Mantenimiento
14	8	Inventarios	33)	¿Usa usted la cantidad ordenada(pedida)?	2.25	14	Inventarios
14	3	Percepción	12)	¿Recibe detalles en el departamento del mantenimiento en caso de intervenciones de Producción?	2.25	14	Mantenimiento
14	3	Percepción	14)	¿Qué usted hace con las planillas de tiempo?	2.25	14	Mantenimiento
14	1	Relacion Mtto Operación	29)	¿Llama a Mantenimiento en caso de la limpieza de sus máquinas?	2.25	14	Mantenimiento
14	1	Relacion Mtto Operación	30)	¿Llama a Mantenimiento en caso del control simple de niveles?	2.25	14	Mantenimiento
19	8	Inventarios	36)	¿Usted da continuación a los niveles de reserva de cada pieza de recambio?	2.17	19	Inventarios
19	8	Inventarios	40)	¿Quién decide los criterios de control para la dirección de piezas de recambio?	2.17	19	Inventarios
19	9	Inventarios	55)	¿Para cubrir sus necesidades para el año y principalmente cubrir el imprevisto, se siente usted obligado a sobreordenar(sobrepedir) ciertas piezas de recambio?	2.17	19	Inventarios
19	6	Métodos de Preparación	44)	¿Calcula la estadística de acuerdo a la proporción de costos de Mantenimiento Preventivo y de Mantenimiento Correctivo?	2.17	19	Mantenimiento
19	6	Métodos de Preparación	62)	¿El sistema permite que encuentre la información eficientemente?	2.17	19	Mantenimiento
19	1	Relacion Mtto Operación	33)	¿Divulga los detalles de la intervención por la producción al mantenimiento?	2.17	19	Mantenimiento
25	4	Disponibilidad	04)	¿Esta la parte de Disponibilidad en los registros históricos?	2.08	25	CMD
25	6	Métodos de Preparación	61)	¿Está satisfecho con el sistema de codificación de la documentación técnica?	2.08	25	Mantenimiento
27	6	Métodos de Preparación	25)	¿Calcula los tiempos de ejecución para el Mantenimiento Correctivo?	2.00	27	Mantenimiento
27	6	Métodos de Preparación	26)	¿Utiliza índices para comparar los costes de mantenimiento Preventivo y Correctivo?	2.00	27	Mantenimiento
27	6	Métodos de Preparación	27)	¿Utiliza índices para comparar los tiempos de ejecución del Mantenimiento Preventivo y Correctivo?	2.00	27	Mantenimiento
27	6	Métodos de Preparación	42)	¿Con quién usted ha resuelto estas tarjetas de índice para las visitas?	2.00	27	Mantenimiento
27	6	Métodos de Preparación	65)	¿Estos archivos son actualizados regularmente?	2.00	27	Mantenimiento
32	4	Disponibilidad	18)	¿Este informe es conocido para todas las máquinas Estratégicas?	1.92	32	CMD
32	4	Disponibilidad	19)	¿Tiene límites que sean aceptables o inaceptables para el Mantenimiento preventivo/Mantenimiento Correctivo?	1.92	32	CMD
32	4	Disponibilidad	22)	¿Hay intervenciones del mantenimiento sin el uso de un informe?	1.92	32	CMD
35	4	Disponibilidad	16)	¿Registra sobre las horas de la ejecución, la dosificación entre el Mantenimiento Preventivo y Correctivo?	1.83	35	CMD
36	4	Disponibilidad	21)	¿Mide la tarifa de la satisfacción después de tareas de mejora?	1.83	36	CMD

5.3.4 Políticas estratégicas del Plan de Mejoras

Se pueden concentrar en tres típicas estrategias efectivas las acciones a realizar y la clasificación de variables a trabajar, así:

5.3.4.1 Mantenimiento

Inicialmente unas acciones concretas y efectivas de mantenimiento que logren poner en forma las variables respectivas y descritas en la *Ilustración 72*, es la acción plena y sublime propia de mantenimiento estratégico.

Ilustración 72. Estrategias y variables de Mantenimiento puro

Prioridad	Tópico Número	Tema	SubÁrea	VARIABLE A MEJORAR	Valor	Prioridad	Políticas de Mejoramiento
1	1	Relacion Mtto Operación	31)	¿Llama a Mantenimiento en caso de cambiar fusibles?	2.75	1	Mantenimiento
4	1	Relacion Mtto Operación	07)	¿Los operarios de producción también están desempeñando un papel en Mantenimiento?	2.50	4	Mantenimiento
8	5	Costos	12)	¿Es el informe de costo del Preventivo/Correctivo conocido para cada máquina?	2.33	8	Mantenimiento
8	1	Relacion Mtto Operación	09)	¿Los operarios están registrando los detalles de sus intervenciones?	2.33	8	Mantenimiento
8	1	Relacion Mtto Operación	10)	¿El Mantenimiento registra los contenidos de las intervenciones de los operarios?	2.33	8	Mantenimiento
8	1	Relacion Mtto Operación	25)	¿El programa se ha elaborado con la ayuda de la gente de producción?	2.33	8	Mantenimiento
14	3	Percepción	12)	¿Recibe detalles en el departamento del mantenimiento en caso de intervenciones de Producción?	2.25	14	Mantenimiento
14	3	Percepción	14)	¿Qué usted hace con las planillas de tiempo?	2.25	14	Mantenimiento
14	1	Relacion Mtto Operación	29)	¿Llama a Mantenimiento en caso de la limpieza de sus máquinas?	2.25	14	Mantenimiento
14	1	Relacion Mtto Operación	30)	¿Llama a Mantenimiento en caso del control simple de niveles?	2.25	14	Mantenimiento
19	6	Métodos de Preparación	44)	¿Calcula la estadística de acuerdo a la proporción de costos de Mantenimiento Preventivo y de Mantenimiento Correctivo?	2.17	19	Mantenimiento
19	6	Métodos de Preparación	62)	¿El sistema permite que encuentre la información eficientemente?	2.17	19	Mantenimiento
19	1	Relacion Mtto Operación	33)	¿Divulga los detalles de la intervención por la producción al mantenimiento?	2.17	19	Mantenimiento
25	6	Métodos de Preparación	61)	¿Está satisfecho con el sistema de codificación de la documentación técnica?	2.08	25	Mantenimiento
27	6	Métodos de Preparación	25)	¿Calcula los tiempos de ejecución para el Mantenimiento Correctivo?	2.00	27	Mantenimiento
27	6	Métodos de Preparación	26)	¿Utiliza índices para comparar los costes de mantenimiento Preventivo y Correctivo?	2.00	27	Mantenimiento
27	6	Métodos de Preparación	27)	¿Utiliza índices para comparar los tiempos de ejecución del Mantenimiento Preventivo y Correctivo?	2.00	27	Mantenimiento
27	6	Métodos de Preparación	42)	¿Con quién usted ha resuelto estas tarjetas de índice para las visitas?	2.00	27	Mantenimiento
27	6	Métodos de Preparación	65)	¿Estos archivos son actualizados regularmente?	2.00	27	Mantenimiento

Mantenimiento abarca diecinueve (19) de treinta y seis (36) en total, lo que implica un cincuenta y dos por ciento (52%) del total, es decir más de la mitad.

5.3.4.2 Inventarios

El tópico de inventarios pesa mucho en el informe final del Plan Estratégico, la empresa debe optar por un enfoque estratégico moderno del mismo, el cual es el *MTS MTO MTF*, basados en cálculos y algoritmos de corte internacional con distribuciones de Poisson, apropiadas a repuestos, con pronósticos de demanda y cálculos de los planes de manejo de reabastecimiento puro (Ver Ilustración 73).

Ilustración 73. Estrategias y variables de Inventarios

Prioridad	Tópico Número	Tema	SubÁrea	VARIABLE A MEJORAR	Valor	Prioridad	Políticas de Mejoramiento
2	6	Métodos de Preparación	52)	¿Usted asigna los costos de las piezas de repuesto?	2.67	2	Inventarios
3	8	Inventarios	41)	¿Son reajustados los criterios de control con regularidad?	2.58	3	Inventarios
5	8	Inventarios	31)	¿Usa usted la reserva máxima?	2.42	5	Inventarios
5	8	Inventarios	32)	¿Usa usted la reserva mínima?	2.42	5	Inventarios
5	8	Inventarios	42)	¿Tiene usted una o varias tiendas para abastecer sus piezas de recambio?	2.42	5	Inventarios
8	8	Inventarios	54)	¿Guarda(¿Mantiene) usted la estadística de las piezas de recambio que no son movidas o consumidas durante el año?	2.33	8	Inventarios
8	6	Métodos de Preparación	53)	¿Utiliza cocientes para seguir los costos de las piezas de repuesto?	2.33	8	Inventarios
14	8	Inventarios	33)	¿Usa usted la cantidad ordenada(pedida)?	2.25	14	Inventarios
19	8	Inventarios	36)	¿Usted da continuación a los niveles de reserva de cada pieza de recambio?	2.17	19	Inventarios
19	8	Inventarios	40)	¿Quién decide los criterios de control para la dirección de piezas de recambio?	2.17	19	Inventarios
19	9	Inventarios	55)	¿Para cubrir sus necesidades para el año y principalmente cubrir el imprevisto, se siente usted obligado a sobreordenar(sobrepedir) ciertas piezas de recambio?	2.17	19	Inventarios

Inventarios representa el treinta (30%) por ciento de las variables relevantes, con once (11) variables relevantes a mejorar.

5.3.4.3 C M D

La última estrategia gruesa que debe aplicar CELSIA es implementar un sistema de predicción y edición de variables alusivas a CMD, de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, junto con LCC, de tal forma que le permita tener un control, estratégico a mediano plazo y futuro de los indicadores técnicos y económicos (Ver *Ilustración 74*).

Ilustración 74. Estrategias y variables de C M D

Prioridad	Tópico Número	Tema	SubÁrea	VARIABLE A MEJORAR	Valor	Prioridad	Políticas de Mejoramiento
25	4	Disponibilidad	04)	¿Esta la parte de Disponibilidad en los registros históricos?	2.08	25	C M D
32	4	Disponibilidad	18)	¿Este informe es conocido para todas las máquinas Estratégicas?	1.92	32	C M D
32	4	Disponibilidad	19)	¿Tiene límites que sean aceptables o inaceptables para el Mantenimiento preventivo/Mantenimiento Correctivo?	1.92	32	C M D
32	4	Disponibilidad	22)	¿Hay intervenciones del mantenimiento sin el uso de un informe?	1.92	32	C M D
35	4	Disponibilidad	16)	¿Registra sobre las horas de la ejecución, la dosificación entre el Mantenimiento Preventivo y Correctivo?	1.83	35	C M D
36	4	Disponibilidad	21)	¿Mide la tarifa de la satisfacción después de tareas de mejora?	1.83	36	C M D

El grupo estratégico de variables C M D, representa un diecisiete por ciento (17%) del total de las treinta seis variables (36) a trabajar, con un aporte de seis (6) variables.

5.4 Conclusiones del objetivo específico 4

De esta forma se deja entonces un Plan estratégico bien detallado, concreto y claro de acciones a realizar en los tres frentes descritos: el técnico de mantenimiento, el administrativo de inventarios y le tecnológico de CMD, para de esta forma atender todos los puntos susceptibles de mejora.

Las variables a trabajar en mejorarlas, se dejan priorizadas, ordenadas por varios criterios de tal que a CELSIA o al interventor desarrollador de las mejoras le queda bastante fácil su orden de implementación, según sea la prioridad deseada, por tópico, por valor, por área estratégica, etcétera, con el fin de maximizar la efectividad del mantenimiento.

6 CONCLUSIONES

6.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 4

Presentar las primordiales conclusiones de la evaluación técnica ASAF de la gestión y operación del mantenimiento en CELSIA Barranquilla - Colombia.

6.2 CONCLUSIONES

El proyecto refleja de una manera exhaustiva, detallada y excluyente un conjunto de variables, que abarcan todos los doce tópicos, en la sub-clasificación del mantenimiento, a la vez que atienden los tópicos, también desprende una serie de acciones y en especial la secuencia lógica de acciones propias de la gestión y operación del mantenimiento, para ello atiende seis frentes, así, en orden:

Orden de Prioridad		
	No.	Concepto
1	5	Conocimiento de los Costos de mantenimiento.
2	1	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mtto.)
3	8	Manejo de inventarios.
4	4	Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos
5	3	Percepción del mantenimiento
6	6	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.

El primero de ellos es vital donde enuncia los costos, que son el epicentro de la efectividad del mantenimiento y donde recae la responsabilidad para llevar los costos del ciclo de vida de los activos LCC, requisito indispensable para la implementación de normas como la ISO 55000 de gestión de activos (antes PASS 55).

El segundo abarca todo lo relacionado con las relaciones de trabajo, nivel y servicio de mantenimiento hacia su cliente preferencial, producción, detallando de esta forma todo lo que se debe mejorar en este tópico, epicentro de la realidad de mantenimiento y de este proyecto.

Luego en tercer lugar, se toca el punto inventarios, crucial y estratégico, que inclusive deriva en una de las tres estrategias gruesas y efectivas del programa, la tenencia o no de repuestos es vital en el proceso de la efectividad de la realización de trabajos de mantenimiento. En este tópico, se pueden tener los mayores ganancias desde el punto de vista económico, la reducción de inventarios, punto de re-orden con la frecuencia ideal, stock mínimos y máximos optimizados, disminución de las pérdidas de tiempo de tipo admirativas conocidas como LDT, en general la gestión correcta de inventario es un requerimiento no solo para mantenimiento, sino para la organización.

Posteriormente en cuarto lugar, se tiene el CMD que también aparece como el indicador magno tanto técnico como económico en toda su dimensión, es decir incluyendo confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, junto con los activos en LCC, de tal forma que esto logra garantizar y optimizar mediante mejoras, todos los niveles y elementos de la Ingeniería de Fábricas.

En quinto lugar es la imagen de una entidad de servicios, como lo es mantenimiento, por ende es lógico pensar que esta área apareciese para colmar los sistema de medición de ingeniería, imagen y servicio de mantenimiento a operación.

Por último, como sexto aporte está el tópico técnico de preparación de trabajos y programación de los mismos, lo cual per ser es el trabajo natural de mantenimiento y más si desea alcanzar la perfección a partir del buen mantenimiento actual de CELSIA que se refleja en los valores medidos con el ASAF.

6.3 CONCLUSIONES TÉCNICAS

La evaluación técnica ASAF mostro que la gestión de mantenimiento en CELSIA cuenta con un grado de madurez suficiente para asegurar resultados para la organización. En una escala de 0-100% se obtuvo una global de 63,31% con un 31,69% de porcentaje de optimización, es en este último donde la evaluación técnica cobra un papel trascendental en la búsqueda de la excelencia del proceso de gestión de mantenimiento, área de la organización que hace parte de la cadena de valor de la compañía como eslabón primordial en la búsqueda de los objetivos de la organización.

CELSIA al ser una compañía dependiente del desempeño de sus activos, debe propender por encontrar las áreas donde existen posibilidades de optimización y con resultados atractivos, como los que se han revelado en el presente estudio, estas áreas de optimización se han expuesto con la rigurosidad y detalle requerido para una implementación adecuada en CELSIA.

El estudio ASAF tiene como resultado las áreas que requieren optimización de la gestión de mantenimiento, adicionalmente y aún más importante indica que puntos específico deben ser mejorados y la prioridad en que deben ser ejecutados, obteniendo el plan estratégico de mejoras clasificado por prioridad y agrupado por 3 grandes áreas de gestión, que son Mantenimiento, Inventarios y Confiabilidad-Mantenibilidad-Disponibilidad, los indicadores trascendentales de la gestión de mantenimiento.

La optimización estratégica de la gestión del mantenimiento busca como fin último, la obtención de mejores resultados para la organización, cabe resaltar que a pesar que la gestión del mantenimiento tiene buenos resultados actualmente, estos tiene una porcentaje importante de mejora, con el cual se busca generar mayor valor y una mejor interacción con los demás proceso con que se relaciona, que al final, repercutirán en mejores resultados para la organización de forma macro.

La implementación de la optimización estratégica de mantenimiento, tiene innumerables bondades para CELSIA. Estudiando las 6 áreas donde recomienda la intervención el estudio técnico ASAF, se observa que son cruciales para el correcto desempeño de mantenimiento.

El correcto control, calificación, clasificación y estudio de los costos es trascendental para la búsqueda de equipos malos actores, fugas de eficiencia, entre otras variables que se pueden obtener del adecuado control de costos de mantenimiento en CELSIA.

Mejorar la interacción entre mantenimiento y operación y la percepción que tiene esta de mantenimiento, significa para CELSIA la integración de dos procesos que son cruciales para la organización, intrincadamente se obtendrán mejores resultados CMD, debido al objeto común por el cual se da la interacción de ambas áreas, que son las máquinas, y estas a su vez prestan el bien o servicio que la compañía requiere para su sostenibilidad y rentabilidad.

El inventario y la disponibilidad son las variables que tendrán mayor trascendencia económica en el corto y mediano plazo, debido a que estas tienen un impacto inmediato. La reducción de inventarios, mayor rotación, adquirir repuestos justo cuando se requiere, disminución del tamaño de la bodega, contrato con proveedores estratégicos, y demás acciones se verán reflejadas en mejores flujos de caja y menos impuestos para la organización, entre otros beneficios económicos. Los indicadores CMD generarán mayores ingresos a la organización, los contratos de energía en Colombia para las centrales térmicas dependen de la confiabilidad y disponibilidad de la planta de generación, mejoras en los indicadores CMD se reflejará de forma inmediata en la remuneración de la organización.

Los métodos actuales utilizados por el área de mantenimiento, presentan una brecha respecto al estándar utilizado para la medición, mejoras en: información historia de las intervenciones, planeación, análisis de tiempo, solicitudes y costos, control del cambio y documentación técnica son requeridos para obtener mejores resultados de la gestión. CELSIA al optimizar estos tópicos logrará tener la información necesaria para una correcta toma de decisiones, respecto a los costos y tiempos del mantenimiento preventivo siempre con relación al correctivo, debido a su relación inversamente proporcionales, pero con la variable costo con la cual se optimizará la estrategia utilizada obteniendo el mejor cociente costo/beneficio.

El estudio ASAF brinda a CELSIA la ruta que debe seguir para una correcta implementación de una optimización estratégica de la gestión del mantenimiento, cumpliendo a cabalidad los objetivos trazados en el proyecto.

6.4 CONCLUSIONES INTEGRALES FINALES

El proyecto cierra con la realización de tres grandes estrategias efectivas en la Ingeniería de Fábricas de CELSIA, las cuales apuntan en las principales direcciones del mantenimiento: lo técnico en sí, lo administrativo y lo tecnológico y económico, de tal manera que a través de sus estrategias ordenadas de mantenimiento, inventarios y CMD se logra de manera segura optimizar al máximo posible el mantenimiento y la Ingeniería de Fábricas en CELSIA maximizando su disponibilidad, funcionabilidad, rentabilidad, confiabilidad, mantenibilidad, productividad y demás parámetros de control y ejecución.

7 BIBLIOGRAFÍA

A. Çengel, Y., & Boles, M. (2006). *Thermodynamics, An Engineering Approach* (5th edition ed.). New York: McGraw-Hill.

Asociación Colombiana de Ingenieros - ACIEM. (2008). *Estudio Estado del Arte Mantenimiento en Colombia - 2008*. Asociación Colombiana de Ingenieros - ACIEM, Comisión Nacional de Mantenimiento & Mecánica. Bogotá: Asociación Colombiana de Ingenieros, ACIEM, Capítulo Cundinamarca.

Barret&Bloom@. (26 de Agosto de 2012). *Taxonomía de la Educación y de los Proyectos empresariales*, Simple. (Bloom Barret y Gagne) Recuperado el 26 de Agosto de 2012, de Barrett, Dr. Frederick C.: <http://www.bnm.me.gov.ar/cgi-bin/wxis.exe/opac/?IsisScript=opac/opac.xis&dbn=BINAM&src=link&tb=tem&query=PLANIFICACION+DE+LA+CLASE>

Blanchard, B. S. (1995). *Ingeniería Logística – Traducido de Logistics Engineering and Maintenance – ISDEFE*. Madrid, España: ISDEFE© - Monografías.com.

British Statandars Institute. (2009). *PAS 55-1:2008 Asset Management*. Londres: The Woodhouse Partnership Limited.

CELSIA S.A. E.S.P. (18 de 03 de 2015). *CELSIA S.A. E.S.P.* Recuperado el 18 de 03 de 2015, de CELSIA S.A. E.S.P: <http://www.celsia.com>

Díaz, M. -Á. (1992). *Confiabilidad en mantenimiento*. Caracas , Miranda, Venezuela: Ediciones IESA, C.A.

DICELSIA. (2015). *Declaraciones Institucionales CELSIA S.A. E.S.P.* Barranquilla - Colombia: CELSIA.

Ebeling, C. E. (2005). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. (I. Waveland Press, Ed.) New York City, New York, USA: McGraw-Hill Science - Engineering - Math.

Halpern, S. (1978). *The Assurance Sciences: An Introduction to Quality Control and Reliability*. New Jersey City, New Jersey, USA: Editorial Prentice Hall, Inc Professional Technical.

IAM. (Septiembre de 2008). *Gestión de Activos CELSIA. Especificaciones para la gestión optimizada de activos físicos* . BSI.

Kannegiesser, M. (2008). *Value Chain Management in the Chemical Industry*. Berlin, Germany: Physica-Verlag.

Kapur, K. C., & Lamberson, L. R. (1977). *Reliability in engineering design* (Primera ed.). (D. M. Wayne State Univ., Ed.) Detroit USA: John Wiley and Sons, Inc., New York.

Kececioglu, D. (1995). *Maintainability, Availability, & Operational Readiness Engineering*. New Jersey City, New Jersey, USA: Editorial Prentice-Hall Professional Technical.

Kelly, A., & Harris, M. J. (1998). *Gestión del Mantenimiento Industrial*. (S. Gráficas Mar-Car, Ed.) Madrid, España: Fundación REPSOL Publicaciones e Impreso en Gráficas del Mar – Traducido por Gerardo Álvarez Cuervo y equipo de trabajo.

Knezevic, J. (1996). *Mantenibilidad*. Madrid, Provincia de Madrid, España: Editorial ISDEFE.

Leemis, L. M. (1995). *Reliability: Probabilistic Models and Statistical Methods*. New Jersey City, New Jersey, USA: Editorial Prentice Hall International Series in Industrial and Systems Engineering.

Lul University of Technology. (2011). MPMM 2011 Maintenance Performance Measurement & Management. En P. A. Galar D. (Ed.), *1st International Conference on Maintenance Performance Measurement and Management* (págs. 3-24). Lul : Lul University of Technology.

Márquez, C. A. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos*. Sevilla: Avenida Camino de los descubrimientos .

Modarres, M. (1993). *What Every Engineer Should Know About Reliability and Risk Analysis*. New York City, New York, USA: Editorial Marcel Dekker.

Mora, A. -G. (5 de 10 de 2014). Experiencias Empresas: ECOPETROL, MASA, HACEB, Eduardoño, CNEL Ecuador, Laumayer, Colombia, Restrepo y Cía Colombia, Equipos y Controles Industriales Colombia, Indsutria Colchones SPRING Colombia, CICE Ecuador, Solla Colombia, Transelca Colombia, OXY,. *Inventarios reales* . Medellín - Empresa, Varios Países, América latina.

Mora, A. -G. (2007b). *Mantenimiento Estratégico Empresarial* (Primera ed.). Medellín, Antioquia, Colombia: Fondo Editorial FONEFIT.

Mora, A. -G. (2007a). *Mantenimiento Estratégico para empresas industriales o de servicios* (Segunda ed.). Envigado, Antioquia, Colombia: AMG.

Mora, A. -G. (2012). *Mantenimiento Planeación, ejecución y control* (Primera Edición ed.). (L. J. D., Ed.) Ciudad de México, México: Alfaomega Grupo Editor.

Mora, A. -G. (2014). *Stock Cero*. Medellín, Antioquia, Colombia: CIMPRO SAS OPrimera Edición.

Moubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM II* (Segunda Edición ed.). (S. y. Ekkmann, Trad.) North Carolina, USA: Akadon LLC.

Nachlas, J. (1995). *Fiabilidad*. Madrid, Provincia de Madrid, España: ISDEFE.

Navarro, L. -E., Pastor, A. C.-T., & Mugaburu, J. M.-L. (1997). *Gestión integral de mantenimiento*. (M. B. Editores, Ed.) Barcelona, Comunidad de Catalunya, España: Marcombo Boixareu Editores.

Nerici, I. G. (1973). *Hacia una didáctica general dinámica* (3ra. Edición ed.). (M. C. Eguibar, Trad.) Buenos Aires, Argentina: Kapelusz.

O'Connor, P. D. (2002). *Practical Reliability Engineering* (Cuarta ed.). Stevenage, United Kingdom: Wiley - Jhon Wiley & Son.

Ramakumar, R. (1996). *Engineering Reliability. Fundamentals and Applications*. New Jersey City, New Jersey, USA: Editorial Prentice-Hall Professional Technical.

Rey, S. F. (1996). *Hacia la excelencia en Mantenimiento*. (S. Tgp Hoshin, Ed.) Madrid, Comunidad de Madrid, España: Tgp Hoshin, S.L.

Ruiz, Á. M.-Z. (2015). *PLANEACIÓN ESTRATÉGICA A PARTIR DE UN ANÁLISIS ESTRUCTURAL PROSPECTIVO APLICADO A MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DEL SECTOR MARÍTIMO PORTUARIO*. Medellín: EAFIT.

Smith, C. O. (1983). *Introduction to Reliability in Design*. Malabar, Florida, USA: Robert E. Krieger Publishing Company Krieger Publishing Company.

The Accounts Commission. (2000). *The map to success, Using process mapping to improve performance*. The Management Studies Unit. Edinburgh: AUDIT SCOTLAND.

Vallejo, J. J., & Mora Gutiérrez, L. A. (2004). *Desarrollo, validación, contraste y pronóstico del cálculo CMD - Trabajo de fin de carrera de Ingeniería Mecánica*. Medellín, Antioquia, Colombia: Universidad EAFIT.