

## Funciones del Ingeniero de Confiabilidad en el Mantenimiento de Activos

Gerardo Arturo Vargas Cruz, [gevaras1952@hotmail.com](mailto:gevaras1952@hotmail.com)  
Carrera 52B No.100-334 Barranquilla Cel: 3126230921

### Resumen

Uno de los Casos de Negocio prioritarios identificados en un proyecto, adelantado para que la operación de Cerrejón fuera Más Ágil, Más Flexible, Más Eficiente, Más Efectiva y que Operara con procesos más simples, de valor y libres de desperdicios, fue Mejorar la Efectividad de los Procesos de Análisis, Planeación y Programación del Mantenimiento.

En esta ponencia resumiremos el proceso seguido para definir los roles de Planeación, Programación y Análisis (PPA).

Teniendo en cuenta la importancia que ha tomado en los últimos años el tema de la Confiabilidad de los equipos, nos enfocaremos en las funciones que debería desempeñar el Analista o Ingeniero de Confiabilidad.

### 1. Introducción

Durante la Planeación del Proyecto de Mejoramiento de la Eficiencia y Efectividad de la Operación se definieron las siguientes Fases:

**Fase I** – Diagnóstico - Identificación de Oportunidades de Mejora

**Fase II** – Alternativas de solución – Identificación y selección

**Fase III** – Diseño de Soluciones – Diseño de soluciones y Plan de acción

**Fase de Implementación**

El Proyecto en su Fase I generó un inventario de Oportunidades, las cuales marcaban la Ruta de Mejoramiento en aspectos Administrativos y de Soporte a la Operación de la Compañía.

Para la selección de las Oportunidades de Mejora se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Situación actual
  - Cómo se hacen las cosas hoy
  - Que está pasando
  - Que dificultades hay
  - Que limitaciones se tienen
- Ajustes propuestos / Acciones de cambio
  - Cómo se propone que se ejecuten las actividades.
  - Definiciones y validaciones necesarias para el cambio.
  - Modificaciones a Sistemas de Información.
  - Necesidades
- Potenciales mejoras / beneficios
  - Que se obtendría con los ajustes propuestos o las acciones de cambio.

Siguiendo los criterios indicados, la Fase I identificó:

81 Casos de Negocio, para seleccionar:  
30 Casos de Negocio Prioridad 1, y de estos:  
11 Casos de Negocio a trabajar en la Fase II.

A continuación relacionamos estos 11 Casos de Negocio:

### **GOBIERNO CORPORATIVO**

**21.** Optimizar los elementos de Gobierno Corporativo y Administración de Riesgos

## LIDERAZGO DE LA DIRECCION / MODELAJE

29. Fortalecer el concepto del “cliente interno”

30. Mejorar la oportunidad y agilidad en la toma de decisiones (Estilos y competencias de liderazgo. Gestión del desempeño)

## MODELOS DE GESTION DE ALTO NIVEL

11. Optimizar el Proceso de Planeación y Presupuesto

21. Optimizar el manejo de Reuniones y Comités

22. Optimizar el modelo organizacional de Soporte Administrativo al Negocio

25. Fortalecer la función de IT (Estrategia, Organización)

27. Asegurar claridad en el rol y perfil requerido del Supervisor, Plan de Entrenamiento y de Desarrollo (por área)

## PROCESOS ADMINISTRATIVOS DE ALTO IMPACTO

3. Reducir los ciclos de contratación de servicios (Desde el requerimiento hasta la firma del contrato)

14. Agilizar y hacer más efectivos los Procesos de Planeación, Reclutamiento, Selección, Inducción general e Inducción al cargo de MPT y PTC (Cargos nuevos)

8. **Mejorar la Efectividad de los Procesos de Análisis, Planeación y Programación del Mantenimiento**

### 2. Proceso Productivo y Equipos

Con el objetivo de magnificar la importancia de los Casos de Negocio, describiremos brevemente a continuación el Proceso Productivo de Carbón y la variedad y cantidad de equipos móviles que se utilizan en la operación minera.



Fig. 1 - Proceso productivo de carbón



Fig. 2 – Flotas de Equipos

Las flotas de cargue incluyen:

#### Palas Eléctricas de Cable

- 8 P&H 2800XP, 27.5m3
- 4 P&H 2800XPC, 34 m3

#### Palas Hidráulicas Eléctricas

- 6 Komatsu PC8000 Frontal, 42m3

#### Palas Hidráulicas Diésel

- 5 Hitachi EX5500, 27m3 Retro

#### P&H 2800XPC

- Capacidad: 34 metros cúbicos

- Altura: 19 metros

#### Retroexcavadoras Hidráulicas Diésel

- 5 Hitachi EX3600, 23 m3, Retro
- 5 Komatsu PC4000, 23m3 Retro
- 1 O&K RH340B, 32m3 Retro

#### Cargadores Frontales

- 11 Marathon-LeTourneau  
(3 L1100 y 8 L1350)

#### Las flotas de camiones incluyen:

- 240T: 105 Caterpillar 793D  
Carga útil: 94BCM (Estéril)
- 190T: 40 Caterpillar 789C  
Carga útil: 180T (Carbón)
- 320T: 130 Hitachi EH5000  
Carga útil: 126BCM (Estéril)

#### Las flotas de Tractores de Oruga incluyen:

- 16 Caterpillar D11R/T  
25 Caterpillar D10R/T  
17 Caterpillar D9T  
5 Caterpillar D8T
- Tractores de llantas  
21 Caterpillar 834G/H  
11 Caterpillar 854G

#### Las flotas de Perforación incluyen:

- 11 Taladros Ingersoll Rand DMLSP
- 2 Taladros Ingersoll Rand DML

#### Los equipos de control de polvo incluyen:

- 23 Tanqueros Cat 777C/D/F; 23 20k Gals

#### Los equipos de mantenimiento de vías incluyen:

- 25 Motoniveladoras Cat 16H/M
- 3 Motoniveladoras Cat 24M
- Uso de agua anual: 5.9M m3
- Vías intervenidas: 160 km

#### Los equipos de Reforestación incluyen:

- 7 Traillas Cat 631E
- 3 Traillas Cat 651E
- 21 Motoniveladoras Cat 16H/M
- Tractores 2 CAT D9L + 1 CAT D6H

#### Otros equipos

- 3 Palas retro pequeñas
- 1 L1100 Cargador
- 1 a 3 camiones de 240T

### **3. Definición de Roles y Responsabilidades**

A continuación describiremos el proceso para definir y clarificar los roles y responsabilidades de cada una de las posiciones de Planeación, Programación y Análisis en el Departamento de Mantenimiento.

#### **Pasos del proceso de definición de roles**

- Análisis de las Actividades diarias que realizaba cada uno de los Analistas (Planeadores, Programadores, Analistas de Confiabilidad y de Gestión), indicando el tiempo dedicado semanalmente a cada actividad.
- Cada actividad identificada se incluía en la función a la que pertenecía (Planeación, Programación, Análisis, Materiales, Contratación, Recursos Humanos, Calidad, Presupuesto, etc).



Fig. 3 - Distribución de tiempo diario por función

Se revisaron los Procesos de Planeación, Programación y Análisis, desarrollando Diagramas de carriles para clarificar las actividades que debía ejecutar cada una de los roles incluidos en los procesos.

Los roles o posiciones definidos en los Diagramas de Procesos incluyen Planeadores, Programadores, Analistas de Confiabilidad, Analistas de Gestión y el Coordinador de Programación y Logística de Cargue.

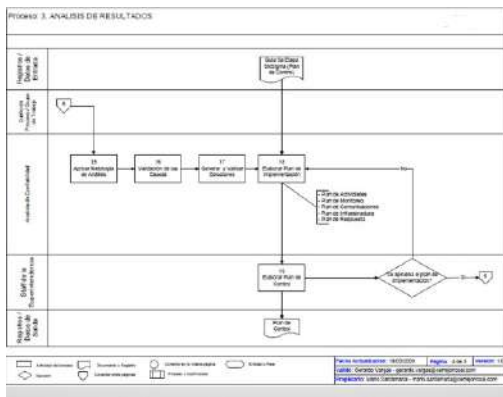


Fig. 4 - Diagrama de Procesos

Los roles o posiciones definidos en los Diagramas de Procesos incluyen:



Fig. 5 - Roles definidos

En alineamiento con los Procesos mostrados se definieron las diferentes actividades o responsabilidades de las posiciones indicadas.

Como se indicó en la introducción de esta ponencia, nos centraremos detalladamente en el Rol del Analista o Ingeniero de Confiabilidad. Esta decisión está basada en la importancia que ha tomado la Confiabilidad en el desempeño de los equipos en la industria en general.

#### 4. Propósito del Rol del Ingeniero de Confiabilidad

“Evaluar integralmente el desempeño de la flota de equipos, generando e implementando recomendaciones para su mejoramiento”.

Las funciones o responsabilidades asignadas al Ingeniero de Confiabilidad se describen a

continuación, incluyendo aspectos de Análisis, Mejoramiento, Estrategia de Mantenimiento de equipos, Seguimiento, Informes Técnicos y Documentación Técnica.



Fig. 6 – Rol del Analista de Confiabilidad

#### 5. Estrategia de Mantenimiento de Equipos

Incluye las siguientes actividades:

- Elaborar, actualizar y divulgar la estrategia de mantenimiento de los equipos.
- Revisar anualmente las tareas recurrentes de mantenimiento.
- Coordinar y participar en la realización de los análisis RCM necesarios para la definición y actualización de la estrategia de mantenimiento de las diferentes flotas.



Fig. 7 - Registro de Análisis RCM

- Definir el plan de actividades estandarizadas para el mantenimiento de nuevos equipos.

## 6. Análisis

Incluye las siguientes actividades:



Fig. 8 – Aspectos de Análisis

- Analizar el comportamiento de los diferentes sistemas de los equipos.

SIST	COMP CODE	WO JOB CODEX1	Total
SPO		ENFRIAMIENTO - BAJO NIVEL REFRIGERANTE	187
		MOTOR BASICO - BAJA POTENCIA	126
		COMBUSTIBLE - BAJO NIVEL	16
		ESCAPE - FUGA GASES	7
		LUBRICACION - FUGAS	5
		LUBRICACION - CONTAMINACION	3
		ENFRIAMIENTO - CONTAMINACION	3
		LUBRICACION - ALTO NIVEL	2
		LUBRICACION - BAJA PRESION	2
		COMBUSTIBLE - CONTAMINACION	1
		ENFRIAMIENTO - RECALENTAMIENTO	1
		BAJO NIVEL DE ACEITE	16
		SIN POTENCIA A VELOCIDAD REQUERIDA	11
		SIN POTENCIA	7
		ACEITE CONTAMINADO	3
		TRANSMISION DESLIZA	1
		(blank)	
	CONV	BAJO NIVEL ACEITE	21
	MFIN	NO TRANSFIERE POTENCIA	19
		BAJO NIVEL DE ACEITE	1
	DIFE	BAJA PRESION ACEITE DIFERENCIAL	1
		ACEITE CONTAMINADO	1

Fig. 9 – Reporte de comportamiento de los sistemas de los equipos

- Estudiar los diferentes sistemas de los equipos y participar en la divulgación de su funcionamiento.
- Participar en los análisis de fallas de equipos y componentes, generando recomendaciones y planes de acción.

- Aplicar Metodologías de Análisis de Fallas y de Mejoramiento de Procesos, de acuerdo con cada problema o tipo de falla identificada.

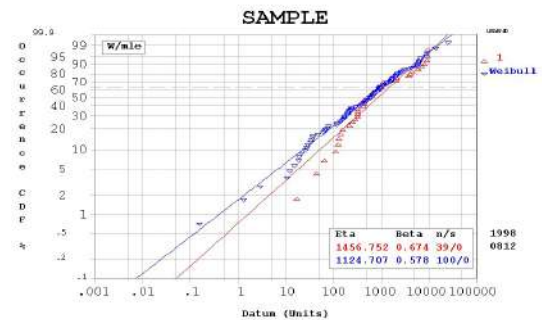


Fig. 10 – Análisis Estadístico de Fallas

- Identificar tipos de fallas recurrentes
- Elaborar plan de implementación de cada caso analizado.
- Cerrar los casos de análisis de fallas y de mejoramiento.
- Participar en los ejercicios de análisis de reemplazo de equipos.
- Elaborar análisis del ciclo de vida de equipos y componentes.

## 7. Mejoramiento

Incluye las siguientes actividades:



Fig. 11 – Aspectos de Mejoramiento

- Seleccionar e implementar nuevas metodologías y mejores prácticas de mantenimiento.



- Seleccionar e implementar herramientas de Monitoreo de Condiciones y Signos Vitales.
- Analizar y gestionar la viabilidad de ideas de mejoramiento propuestas.

## **8. Informes Técnicos**

Incluye las siguientes actividades:

- Administrar documentación técnica de Mantenimiento.
- Analizar información técnica de los fabricantes, redes de mantenimiento y comunidades de prácticas de mantenimiento.



Fig. 12 – Aspectos de Informes Técnicos

- Elaborar informes técnicos de mantenimiento.

## **9. Seguimiento**

Incluye las siguientes actividades:



Fig. 13 – Aspectos de Seguimiento

- Actualizar y hacer seguimiento a los Indicadores del proceso de Análisis.
- Hacer seguimiento a la implementación de la estrategia detallada de mantenimiento de equipos.
- Compartir el conocimiento.

Para desempeñarse adecuadamente el Ingeniero de Confiabilidad requiere tener o adquirir una serie de conocimientos y habilidades, las cuales resumiremos al final.



Fig. 14 – Rol del Analista de Confiabilidad

## **10. Naturaleza y retos**

El Analista de Confiabilidad lidera el desarrollo de la estrategia de mantenimiento de los equipos, realiza permanentes análisis de desempeño y soporta la implementación de las acciones de mejoramiento de la flota a su cargo.

Debe contar con conocimientos técnicos muy sólidos, habilidades de comunicación y excelentes relaciones interpersonales.

## **11. Conocimientos Requeridos**

El Analista de Confiabilidad requiere de algunos conocimientos especializados y habilidades específicas para desempeñarse adecuadamente.

Entrenamiento especializado y actualizaciones, tales como:

- Sistema de Gestión de Calidad de Mantenimiento.
- Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).
- Metodologías de Mejoramiento de Procesos (Six Sigma, FMEA, TPM).
- Herramientas de análisis probabilístico de falla de equipos.
- Metodologías de análisis de falla (RCFA, RCA, 5 Why).
- Técnicas de Mantenimiento Predictivo y Ensayos no Destructivos.
- Principios de Tribología.
- Actualización permanente en los sistemas de los equipos a cargo.
- Herramientas y metodologías de Monitoreo de Condiciones y Signos Vitales.
- Estadística: nivel intermedio en herramientas de estadística inferencial, manejo de series de tiempo y análisis de riesgos.
- Análisis estadístico Weibull
- Mantenimiento Esbelto (Lean Maintenance) – Mapeo de Flujo de Valor (VSM)
- Conceptos claros y profundos acerca del Internet de las Cosas, Big Data, manejo de datos e información mediante nuevas herramientas tecnológicas.

Sostener una estructura organizacional de Mantenimiento, que incluya los roles indicados, es fundamental para el logro de los resultados esperados y un buen desempeño de esta función dentro de las organizaciones industriales.

Gerardo Arturo Vargas Cruz

312-6230921 (5) 3014758

Carrera 52B No.100-334 Casa 8

Barranquilla

gevaras1952@hotmail.com

Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional de Colombia, 1977.

Auditor Interno ISO55001, Certificación PMM; Especialista en Ingeniería de Confiabilidad de Mantenimiento; Facilitador RCM; Especialista en Administración de Contratos; Auditor Operacional.

Con 31 años de experiencia laboral en Carbones del Cerrejón en las áreas de Ingeniería de Confiabilidad de Mantenimiento,

Entrenamiento, Reconstrucción de Motores, Auditoría y Control Interno, Mantenimiento de Palas Hidráulicas, Administración de Contratos.

Lideró, como miembro del Departamento de Mantenimiento de Cerrejón, varios Proyectos de Mejoramiento adelantados en la Compañía.

Ganador del Primer premio a la Ingeniería de Mantenimiento en el XIV Congreso Internacional de ACIEM, 2012.