

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA – ENERGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA**



**“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
EN UNA ESTACIÓN REGULADORA DE  
PRESIÓN Y MEDICIÓN DE GAS NATURAL DE  
UNA CENTRAL TERMOELÉCTRICA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO EN ENERGÍA**

**CROY ALBERTO MONTORO OCAÑA**

**Callao, setiembre del 2014  
PERÚ**

**DEDICATORIA**

**Dedicado a Dios y a mi familia**

## AGRADECIMIENTO

A mis padres Alberto y Lucy por el apoyo brindado durante todo este tiempo de estudio, y la Facultad de Ingeniería Mecánica – Energía por hacer posible mi desarrollo profesional.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA - ENERGÍA**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En el Auditorio "AUSBERTO ROJAS SALDAÑA", sito en la Av. Juan Pablo II N° 306 del distrito de Bellavista-Callao, siendo las 5:20:00 PM horas del día lunes 22 de setiembre del 2014, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador del I Ciclo de Tesis (TITULACIÓN POR LA MODALIDAD DE TESIS CON CICLO DE TESIS) de la Facultad de Ingeniería Mecánica - Energía de la Universidad Nacional del Callao

Presidente : Mg. FÉLIX ALFREDO GUERRERO ROLDÁN  
Secretario : Dr. JOSÉ HUGO TEZÉN CAMPOS  
Vocal : Ing. HÉCTOR ALBERTO PAZ LÓPEZ  
Suplente : Ing. MARTÍN TORIBIO SIHUAY FERNÁNDEZ

Designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 069-2014-CF-FIME de fecha 10.07.14, a fin de proceder al acto de evaluación de la tesis titulada "DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO EN UNA ESTACIÓN REGULADORA DE PRESIÓN Y MEDICIÓN DE GAS NATURAL DE UNA CENTRAL TERMOELÉCTRICA" presentada por el Señor Bachiller **MONTORO OCAÑA, Croy Alberto**.

Contando con la presencia del Supervisor General, Dr. JOSÉ RAMON CACERES PAREDES, Vicerrector de Investigación de la Universidad Nacional del Callao; Supervisor de la Facultad, Dr. Isaac Pablo Patrón Yturry, Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica-Energía; y, el Representante de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Mecánica-Energía, Ing. JUAN GUILLERMO MANCCO PEREZ.

A continuación, se dio inicio a la sustentación de la Tesis de acuerdo a lo normado por el Capítulo X (numerales 10.1 al 10.4) de la "Directiva para la Titulación Profesional por la Modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis en la Universidad Nacional del Callao", aprobada por Resolución Rectoral N° 754-2013-R, de fecha 21 de agosto del 2013, modificada por la Resolución Rectoral N° 777-2013-R de fecha 29 de agosto del 2013, la resolución Rectoral N° 281-2014-R del 14 de abril del 2014 con la que se modifica el artículo 4.5 del capítulo IV de la organización del ciclo de tesis de la directiva N° 012-2013-R así como también de acuerdo a lo normado, en la parte pertinente, por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 082-2011-CU de fecha 29 de abril del 2011.

Culminado el acto de exposición, los señores miembros del Jurado Evaluador ~~procedieron~~ a formular las preguntas al indicado Bachiller, las mismas que fueron absueltas satisfactoriamente.

Luego de un cuarto intermedio, para la deliberación en privado del Jurado respecto a la evaluación de la tesis, se ACORDÓ: CALIFICAR la tesis sustentada por el Señor Bachiller **MONTORO OCAÑA, Croy Alberto**, para optar el Título Profesional de Ingeniero en Energía por la modalidad de tesis con Ciclo de Tesis, según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se indica:

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
15 (QUINCE)	BUENO

Finalmente, se procedió a leer en público el acta de sustentación.

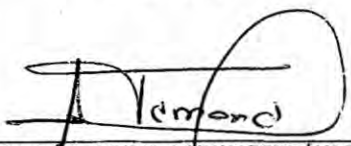
Siendo las 5:55:00 PM horas del día lunes 22 de setiembre del dos mil catorce, el señor Presidente del Jurado dio por concluido el acto de sustentación de tesis.

En señal de conformidad con lo actuado, se levanta la presente Acta.

  
Mg. FÉLIX ALFREDO GUERRERO ROLDÁN  
PRESIDENTE

  
Dr. JOSÉ HUGO TEZÉN CAMPOS  
SECRETARIO

  
Ing. HÉCTOR ALBERTO PAZ LÓPEZ  
VOCAL

  
Ing. MARTÍN TORIBIO SIHUAY FERNÁNDEZ  
SUPLENTE

## INDICE

TABLA DE CONTENIDOS.....	5
RESUMEN.....	8
ABSTRAC .....	9
1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
1.1. Identificación del problema .....	10
1.2. Formulación del problema.....	14
1.2.1. Problema General.....	14
1.2.2. Problemas Específicos .....	14
1.3. Objetivos de la investigación.....	14
1.3.1. Objetivo General.....	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
1.4. Justificación .....	16
1.5. Importancia .....	16
2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Antecedentes del estudio.....	18

2.2.	Marco conceptual.....	21
2.2.1.	Estación de regulación y medición (ERM).....	21
2.2.2.	Elementos constitutivos de una ERM.....	23
2.2.3.	Central de Ciclo Combinado:.....	25
2.2.4.	Central Termoeléctrica.....	26
2.2.5.	Turbina a gas:.....	27
2.2.6.	Análisis de criticidad.....	28
2.2.7.	Análisis de criticidad según Estándar Norsok Z-0008.....	34
2.2.8.	Inspección Basada en Riesgo (IBR) .....	36
2.2.9.	Determinación de criticidad.....	38
2.2.10.	Descripción de los Factores de análisis de criticidad.....	40
2.2.11.	Niveles de Criticidad.....	45
2.2.12.	Introducción al “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad” (RCM) ...	48
2.2.13.	Análisis de modo y efecto de falla (AMEF).....	77
2.2.14.	Mantenimiento preventivo .....	77
2.2.15.	Mantenimiento predictivo.....	79
2.2.16.	Codificación de equipos.....	80
2.3.	Definiciones de términos u otros contenidos.....	83
2.3.1.	Definiciones.....	83
2.3.2.	Normatividad .....	86
3.	<b>VARIABLES E HIPOTESIS.....</b>	<b>89</b>
3.1.	<b>VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>89</b>

3.2.	Operacionalización de las variables.....	89
3.3.	Hipótesis .....	90
3.3.1.	Hipótesis general.....	90
3.3.2.	Hipótesis específicas.....	90
4.	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>91</b>
4.1.	Tipo de Investigación.....	91
4.2.	Diseño de la investigación.....	91
4.2.1.	Parámetros básicos de investigación.....	91
4.2.2.	Etapas de la investigación.....	92
4.2.3.	Detalles de la investigación .....	93
4.2.4.	Población y Muestra. ....	117
4.2.5.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	118
4.2.6.	Procedimientos de recolección de datos. ....	119
5.	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>122</b>
6.	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>124</b>
6.1.	Contrastación de la Hipótesis con los resultados.....	124
6.2.	Contrastación de los resultados con otros estudios similares .....	125
7.	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>126</b>
8.	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>127</b>

9.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	128
10.	ANEXOS.....	130
	ANEXO 01 – STANDAR NORZOK Z-008	
	ANEXO 02 – SAE JA 1011 Norma para vehículos aeroespaciales y de superficie.	
	ANEXO 03 – Diagnóstico del estado actual de mantenimiento.	
	ANEXO 04 – Activos de la ERM de Gas Yard de Kallpa.	
	ANEXO 05 – Fichas de criticidad.	
	ANEXO 06 – Matriz de criticidad.	
	ANEXO 07 – Trip valve.	
	ANEXO 08 – Hoja de trabajo RCM / Hoja de Decisión.	
	ANEXO 09 – P&ID de Gas Yard II.	
	ANEXO 10 – Diagrama de Decisión.	
	ANEXO 11 – Actividades de Mantenimiento.	
	ANEXO 12 – Matriz de Consistencia.	
	ANEXO 13 – Ficha técnica de equipos críticos.	
	ANEXO 14 – Presupuesto estimado	



## TABLA DE CONTENIDOS

### INDICE FIGURAS

FIGURA 01 - VISTA PANORAMICA DE LA ERM DE GAS NATURAL.....	12
FIGURA 02 – ERM 1 (GAS YARD I).....	13
FIGURA 03 – ERM 2 (GAS YARD II) .....	13
FIGURA 04 - ESQUEMA DEL PROCESO REALIZADO EN LA ERM.....	22
FIGURA 05 - ZONA DE FILTRADO DE LA ERM.....	23
FIGURA 06 - CENTRAL DE CICLO COMBINADO.....	25
FIGURA 07 - PLANTA DE ENERGÍA DE CICLO SIMPLE .....	26
FIGURA 08 - TURBINA A GAS SIEMENS.....	28
FIGURA 09 - FACTORES QUE DETERMINANTES .....	31
FIGURA 10 - PROCESO DE ESTABLECIMIENTO .....	35
FIGURA 11 – MATRIZ DE RIESGO.....	37
FIGURA 12 – ESQUEMA DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	39
FIGURA 13 - EQUIPO SIN MODO ALTERNO DE OPERACIÓN .....	42
FIGURA 14 - EQUIPO CON MODO ALTERNO DE OPERACIÓN .....	42
FIGURA 15 - EQUIPO DISPONE MODO ALTERNO DE OPERACIÓN.....	43
FIGURA 16 - EVOLUCIÓN DE EXPECTATIVAS DE MANTENIMIENTO.....	52
FIGURA 17 - CAMBIO DE PUNTOS DE VISTA EN FALLA DE EQUIPOS.....	55
FIGURA 18 - CAMBIOS EN LAS TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO .....	56
FIGURA 19 - PERSPECTIVA TRADICIONAL DE LA FALLA .....	69
FIGURA 20 - SEIS PATRONES DE FALLA .....	70

FIGURA 21 - PROCESO DE CODIFICACIÓN DE EQUIPOS .....	83
FIGURA 22 - DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO RCM.....	93
FIGURA 23 - TRIP VALVE EN ERM .....	103
FIGURA 24 - CALENTADOR DE GAS "C" .....	105
FIGURA 25 - DIAGRAMA P&ID DE CALENTADOR EN GAS YARD II.....	106
FIGURA 26 - CALENTADOR DE GAS YARD I.....	107
FIGURA 27 - DIAGRAMA P&ID DE CALENTADOR DE GAS YARD I.....	108
FIGURA 28 - FILTRO CICLÓNICO DE ERM.....	110
FIGURA 29 - % POR TIPO DE MANTENIMIENTO.....	115
FIGURA 30 - % DE MODOS DE FALLA.....	116
FIGURA 31 - BARRAS DEL % DE DISPONIBILIDAD EN EL TIEMPO.....	121
FIGURA 32 - HORAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO .....	121
FIGURA 33- HORAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO.....	124

#### INDICE DE TABLAS

TABLA 01 - MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE CRITICIDAD.....	40
TABLA 02 - NIVELES DE CRITICIDAD.....	46
TABLA 03 - RESUMEN DE EVALUACIÓN DE CRITICIDAD DE UN EQUIPO....	47
TABLA 04 - CUADRO DE CODIFICACIÓN DE ACTIVOS .....	81
TABLA 05 - POSICIÓN DE LOS EQUIPOS.....	82
TABLA 06 - OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	89
TABLA 07 - PERCEPCIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	95
TABLA 08 - EQUIPOS CON CODIFICACIÓN NUEVA.....	96

TABLA 09 - CRITERIO DE EFECTO DE FALLA.....	100
TABLA 10 - CRITERIO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE .....	100
TABLA 11 - CRITERIO DE COSTOS DE REPARACIÓN.....	100
TABLA 12 - FICHA DE EVALUACIÓN DE CRITICIDAD .....	101
TABLA 13 - MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE CRITICIDAD .....	102
TABLA 14 - DESCRIBIENDO FALLAS FUNCIONALES.....	111
TABLA 15 - CUADRO DE MODOS DE FALLA .....	112
TABLA 16 - CUADRO DE EFECTO DE FALLA .....	113
TABLA 17 - HOJA DE DECISIÓN DEL RCM.....	114
TABLA 18 - ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CRÍTICOS..	115
TABLA 19 - ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS .....	115
TABLA 20 - MODOS DE FALLA .....	116
TABLA 21 - RESPONSABILIDAD DE EJECUCIÓN (POR ESPECIALIDAD)..	116
TABLA 22 - % POR ESPECIALIDAD .....	116
TABLA 23 - CUADRO DE CÁLCULO.....	120
TABLA 24 - COMPARATIVO DE DISPONIBILIDAD DEL 2013 Y 2020 .....	121

## **RESUMEN**

En el presente trabajo se desarrolló un diseño de plan de mantenimiento, centrado en los equipos más críticos, que ayudara a mantener los equipos en condiciones adecuadas para una buena operación de los mismos. Se apreciara los detalles del plan de mantenimiento preventivo y predictivo basado en Reliability Centred Maintenance (RCM), donde se ha incluido periodos de inspección de forma mensual, semestral y anual. Se ha desarrollado fichas técnicas básicas de los equipos más críticos de la ERM, procedimientos de mantenimiento de los mismos y el flujograma del proceso que debería tener el mantenimiento. Se ha usado información suministrada por los fabricantes de los diferentes equipos que componen la ERM, instrucciones genéricas de los técnicos que habitualmente trabajan en la ERM, así como la identificación de los equipos críticos de la ERM e información suministrada por la administración de la Planta que complemento a la metodología RCM.

## **ABSTRACT**

In this work we developed a design plan maintenance, focused on the most critical equipment, to help keep equipment in proper condition for good operation thereof. Will be appreciated detailed maintenance plan preventive and predictive based on Reliability Centered Maintenance (RCM), where inspection has included periods monthly, semiannual and annual. We have developed basic technical specifications of the most critical equipment of the ERM, maintenance procedures thereof and the flow chart of the process that should have maintenance. Was used information provided by the manufacturers of the various assets that are part of the ERM, generic instructions technicians usually work in ERM, and the identification of critical equipments ERM and information provided by the management of the Plant which complement the RCM methodology.

## CAPITULO I

### I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Identificación del problema

Para la generación de energía eléctrica en una Central Termoeléctrica se usa la energía liberada en forma de calor que resulta normalmente del proceso de combustión de combustibles fósiles como el petróleo, gas natural o carbón, que tienen un previo proceso antes de ser usado, que puede ser filtrado, regulación de temperatura, presión, etc. Entonces podemos deducir que el combustible es la fuente principal para la generación de energía eléctrica.

En las Centrales Termoeléctricas que operan a gas natural antes de entrar a las turbinas a gas, este pasa por la Estación de Regulación y Medición (ERM) cuya función es dar al gas natural las condiciones adecuadas de limpieza, presión y temperatura para su consumo, midiendo además el caudal consumido y la composición de dicho gas. Todo ello se podrá lograr si las condiciones de operación y mantenimiento de los equipos dentro de la ERM son las correctas. Es por ello que la ERM de gas natural de una Central Termoeléctrica, a la que denominaremos Gas Yard<sup>1</sup>, el mantenimiento resulta ser parte importante de operación de la planta, ya

---

<sup>1</sup> Gas Yard es la denominación de la ERM de gas natural en la Central Termoeléctrica Kallpa, la cual ha servido como fuente de estudio para la presente tesis.

que el no tener un mantenimiento preventivo programado puede generar problemas de funcionamiento y operatividad, así mismo el mantenimiento predictivo y correctivo que se ejecute tendrá que ser monitoreado de forma permanente. Actualmente se tiene:

A nivel de estrategias de mantenimiento:

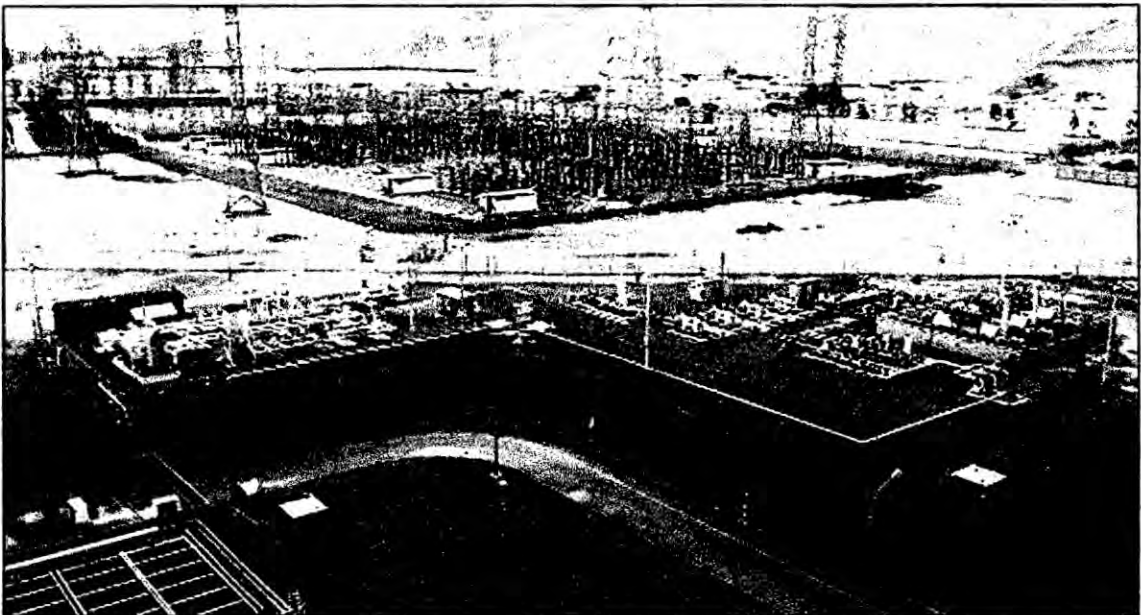
- La compañía está basando su plan de mantenimiento a criterio del personal de mantenimiento y no se evidencia planes que involucren todos sus activos o se estén realizando en el tiempo adecuado, así mismo se ha observado un aumento de su backlog.
- El mantenimiento que actualmente se ejecuta es en base a planes no estructurados y sin trazabilidad, mostrándose la ausencia de una buena planificación del mantenimiento de los activos.
- Otro aspecto que dificulta un buen mantenimiento es el hecho que los planes no están soportados por procedimientos, estándares de trabajo, repuestos críticos e insumos, que pueden ser soportados por el INFOR EAM.
- No hay evidencia de que se esté haciendo un levantamiento de planes y su documentación cuando se ejecuta algún trabajo de mantenimiento.

#### A nivel técnico de mantenimiento

- No existe una técnica o procedimiento documentado del uso y aplicación de los instrumentos predictivos (Equipo de análisis de vibraciones, ultrasonido o termografía).
- No hay evidencia de que se siga un análisis del desempeño o rendimiento de los activos que ayuden a evaluar la aplicación de técnicas efectivas y apropiadas estrategias de mantenimiento.

Con estas observaciones de las deficiencias del mantenimiento, se busca mejorar a través de plan de mantenimiento e identificando los equipos críticos, donde pueda integrar las diferentes áreas de la compañía que involucren un mejor desempeño en las actividades de mantenimiento.

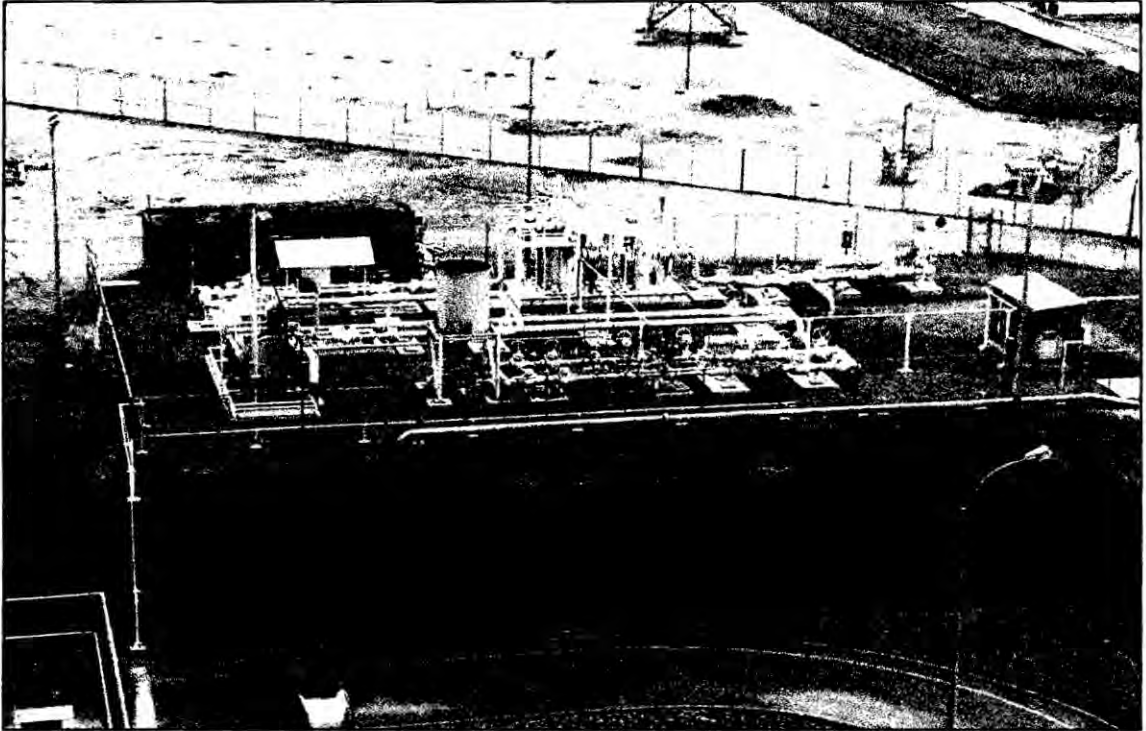
**FIGURA 01 - VISTA PANORAMICA DE LA ERM DE GAS NATURAL**



Fuente fotográfica propia

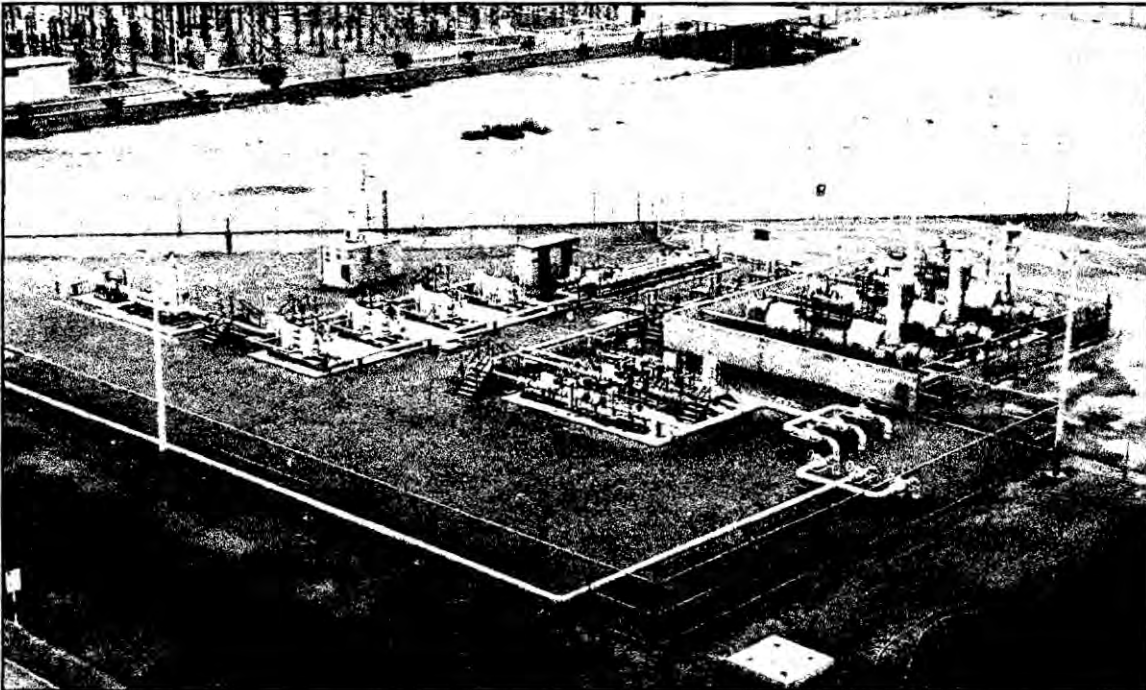


**FIGURA 02 – ERM 1 (GAS YARD I)**



Fuente fotográfica propia

**FIGURA 03 – ERM 2 (GAS YARD II)**



Fuente fotográfica propia

Ante ello el presente estudio se centrara en el diseño de un Plan de Mantenimiento industrial de los activos de ERM de gas natural de una Central Termoeléctrica (C.T.) basados en la metodología RCM.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema General

- ¿Cómo el diseño de un plan de mantenimiento hace posible mantener la ERM en condiciones de operatividad adecuadas?

### 1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo el estudio de criticidad de los equipos de la ERM permite identificar los equipos con mayor riesgo de falla?
- ¿Cómo el análisis modos de falla permite determinar los efectos de falla?
- ¿De qué manera al seleccionar una tecnología de mantenimiento predictivo hace posible prevenir los modos de falla de los equipos más críticos?
- ¿Cómo las actividades de mantenimiento pueden organizarse para lograr que los equipos operen con mayor disponibilidad?

## 1.3. Objetivos de la investigación

### 1.3.1. Objetivo General

- Diseñar un plan de mantenimiento en base al estudio de criticidad y análisis de modos de falla usando el RCM aplicado a una ERM de una Central Termoeléctrica, para lograr las mejores condiciones de operatividad de los equipos.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio de criticidad de los equipos de la ERM de gas natural para determinar los equipos con mayor riesgo de falla.
- Realizar el análisis de modos de falla de los equipos de mayor criticidad de la ERM de gas natural para determinar los efectos de falla.
- Seleccionar la tecnología de mantenimiento predictivo para prevenir los modos de falla de los equipos con mayor criticidad de la ERM de gas natural.
- Organizar las actividades en un plan de mantenimiento para lograr que los equipos con mayor criticidad de la ERM de gas natural operen con mayor disponibilidad.

#### 1.4. Justificación

Con el diseño de un plan de mantenimiento se podrá tener un control total de la planeación del mantenimiento de la estación de gas. Cuya finalidad principal es tener un sistema de gestión de mantenimiento en la estación reguladora de presión y medición de gas natural en una Central Termoeléctrica. El impacto que lograra el sistema de gestión de mantenimiento, se apreciara en la disminución de costos de mantenimiento, así como incrementar la producción, mayor confiabilidad y disponibilidad de los activos, lograr el mejor desempeño de los activos, obtener la mayor vida útil de los activos y mayor seguridad en su uso. Con lo que la compañía podrá tener un punto de partida para la estandarización de su planificación del mantenimiento, y podrá aplicarla en diferentes zonas de la planta, así como en sus distintas plantas como corporación.

#### 1.5. Importancia

Gracias a la globalización de los mercados, hoy en día, la mayoría de las empresas de Generación de energía, la producción es casi permanente y esto les implica contar con planes de mantenimiento que les permita conservar sus equipos en las mejores condiciones para así poder suplir con toda la demanda requerida por los consumidores.

En las empresas el tener un plan de mantenimiento programado será considerado como una inversión que a mediano y largo plazo evita gastos innecesarios en la reparación o daño total de sus equipos. Y más aún si se tiene identificados sus equipos más críticos.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del estudio.

Como antecedente relacionado al estudio que se está realizando, se tiene lo siguiente:

- A. En la escuela de Ingeniería mecánica de la Universidad Industrial de Santander, en Bucaramanga - Colombia, se encuentra la Monografía de Grado que tiene por título “Diseño de un plan de gestión para el mantenimiento centrado en la confiabilidad para el centro de generación eléctrica a base de gas de la empresa Copower LTDA”, cuyo autor Alexander Pinzón Ávila, quien presento y sustento para obtener el grado de especialista en Gerencia de Mantenimiento, en el año 2011; de cuyo trabajo se deduce la siguiente conclusión final:

“Un plan de mantenimiento deberá estar basado en un análisis de criticidad de los equipos, y ser un punto de partida para realizar un buen plan de mantenimiento, ya que al tener identificado los equipos críticos dentro de planta es donde se deberá enfocar el mayor esfuerzo del departamento de mantenimiento en hacer un plan de mantenimiento”

**B.** En la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, encuentra la tesis que tiene por título “Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores de gas de dos tiempos en pozos de alta producción”, cuyo autor Martín Da Costa Burga, quien presento y sustento para obtener el grado de Ingeniero Mecánico en el 2005, de cuyo trabajo se tiene las siguientes conclusiones:

Del estudio realizado en base al AMEF y a través del número de prioridad de riesgo, de donde se analizaron 124 modos de falla, y se obtuvo 26 fallas inaceptables, 43 fallas de reducción deseable y 55 fallas aceptables. Durante el análisis de criticidad de las 40 partes se obtuvo lo siguiente; 21 partes críticas, 10 partes semicríticas y 9 partes no críticas. Por lo que se determinó que el 52.5% de partes del equipo son críticas, por tanto se tiene un mayor control de acuerdo al estado de conservación de los mismos así como el stock de repuestos necesarios.

Hasta el momento no se cuenta con ningún trabajo de investigación de implementación de un sistema de gestión del mantenimiento en ERM de gas natural centrados en confiabilidad en Centrales Termoeléctricas del sector peruano. Lo único apreciable hasta el momento en la ERM de la empresa en estudio, es lo siguiente:

El área de operaciones cuenta con una estrategia inicial de mantenimiento autónomo que les permite a los operadores de campo realizar rutas de actividades sencillas de mantenimiento (Inspecciones). Adicionalmente estas rutinas no alimentan los planes de mantenimiento preventivo para lograr una integración entre operaciones y mantenimiento.

Se tiene reuniones entre operaciones y mantenimiento a primera hora, todos los días de la semana, donde se prioriza las actividades de mantenimiento, sin embargo no existe un programa mensual de mantenimiento correctivo que permita al planificador generar Ordenes de trabajo (OT) por las solicitudes de trabajo (ST) generadas por operaciones.

Existe un software de gestión EAM (INFOR), que puede integrar y coordinar las actividades de operación y mantenimiento. También existen manuales de mantenimiento que cada personal de mantenimiento maneja individualmente, de acuerdo a su experiencia realizada.

Los activos de la planta son codificados bajo una codificación KKS<sup>2</sup>, pero muchos de ellos tienen errores que es necesario corregir para tener el sistema con codificaciones estándar.

---

<sup>2</sup>KKS: Krafwerk Kennzeichen System, un sistema de identificación y clasificación de equipos y componentes en plantas de energía y proceso. (Fuente: "OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CENTRALES DE CICLO COMBINADO", Autor: Santiago García Garrido, año 2008, pag. 91)



## 2.2. Marco conceptual.

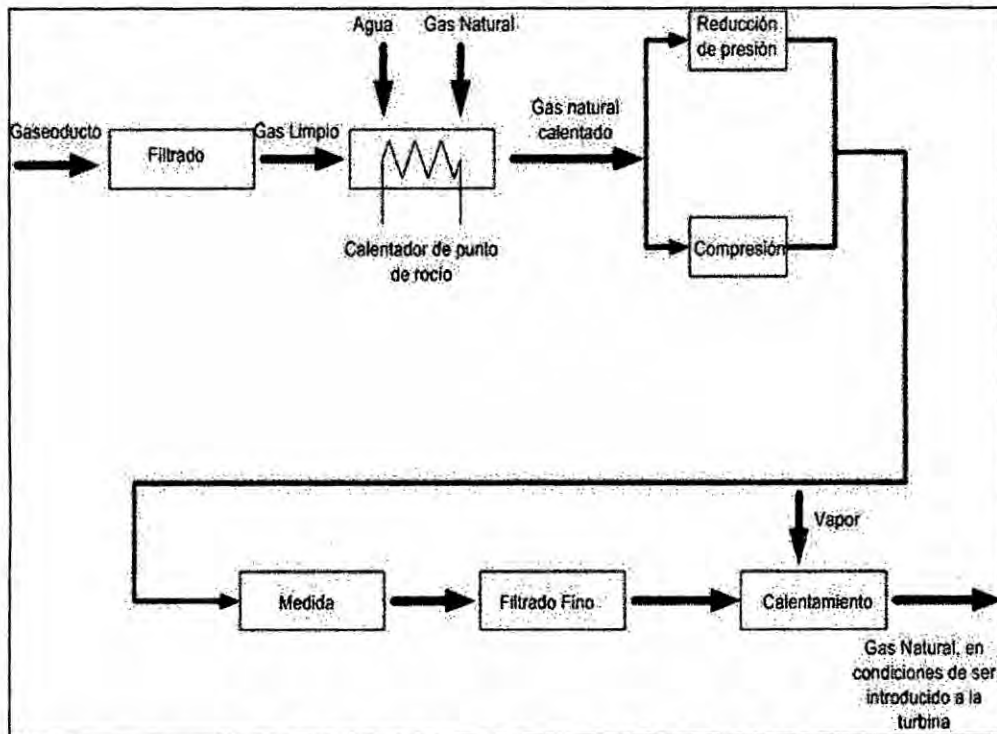
### 2.2.1. Estación de regulación y medición (ERM)

El gas natural que se suministra a la turbina ha de tener unas condiciones muy determinadas. Debe tener una presión en un rango concreto, debe llegar a una temperatura correcta y el grado de limpieza debe estar controlado. Además, la composición química del gas natural tiene que estar controlada. Por último, debe conocerse la cantidad de gas que se consume y su poder calorífico, a efectos de facturación del combustible consumido. La estación de regulación y medida (ERM) tendrá como función regular la presión del suministro de gas a la turbina para mantener siempre una presión constante y medir la cantidad suministrada a la instalación. El sistema de medición debe cumplir con los requerimientos de la compañía suministradora. Por lo tanto las principales funciones de la estación de gas son:

- Que el gas que se reciba en la turbina tenga una presión constante y dentro de unos rangos muy concretos ya que la presión del gas suministrado a la ERM puede variar dependiendo del gaseoducto que nos alimentemos, si nos alimentamos de depósitos propios la podremos regular nosotros más fácilmente.

- Que la temperatura sea la adecuada, para evitar la formación de hielo por la condensación del vapor de agua.
- Que el gas se reciba limpio, sin partículas que puedan ocasionar problemas.
- El caudal y la composición deben ser conocidos.

**FIGURA 04 - ESQUEMA DEL PROCESO REALIZADO EN LA ERM.**



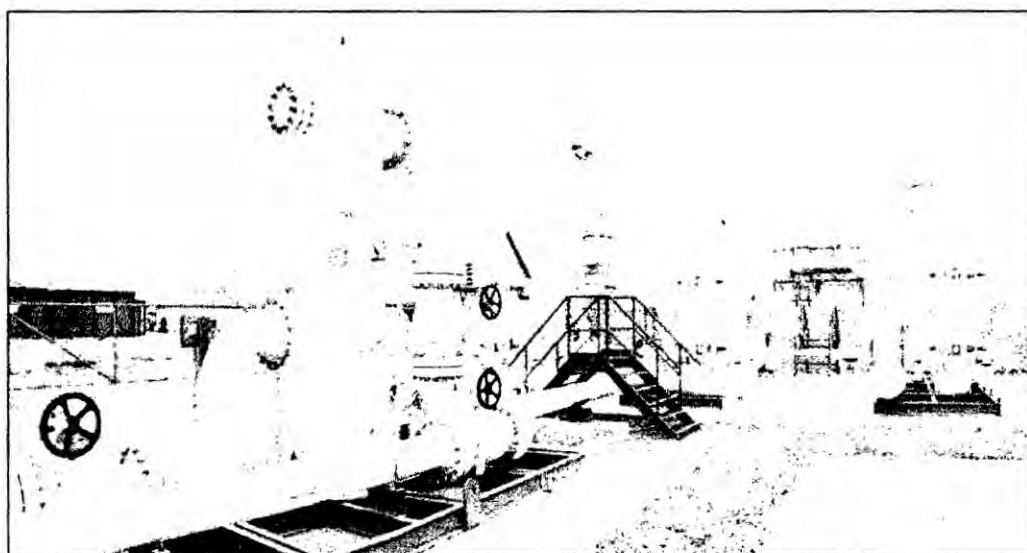
Fuente: <http://goo.gl/2qaAuM> (consultada 21-02-2014)

La Figura 04, muestra una imagen referencial de una ERM de gas natural, ya que nuestra planta de estudio, no se cuenta con la etapa de compresión de gas, ni una segunda etapa de calentamiento con vapor, y así mismo solo está centrado hasta la salida de la estación que es hasta donde culmina la etapa de compresión de gas.

### 2.2.2. Elementos constitutivos de una ERM.

En la ERM se apreciarán, filtros, calentadores, reductores de presión, estación de medición, etc. Todos los equipos que componen la estación no dejan de ser importantes, pero siempre existe uno más importante que otro. Para un mejor alcance de la descripción de los equipos existentes, explicaremos algunos de los equipos más importantes. En la Figura 05 se muestra una zona de filtrado de ERM.

FIGURA 05 – ZONA DE FILTRADO DE LA ERM



Fuente en la web <http://goo.gl/QeZzuW> (Consultada 21-02-2014)

Una estación de regulación y medida está compuesta principalmente por los siguientes equipos:

- **Filtros:** Limpian el gas de las posibles impurezas sólidas que se pudiesen arrastrar. Pueden ser de varios tipos: de cartucho, ciclónicos,

etc. Además de los filtros anteriores se colocan otros antes de la turbina para conseguir un filtrado más fino, intentando que no pase ninguna impureza (en la Figura 5, se puede observar un filtro ciclónico y detrás filtros de polvo).

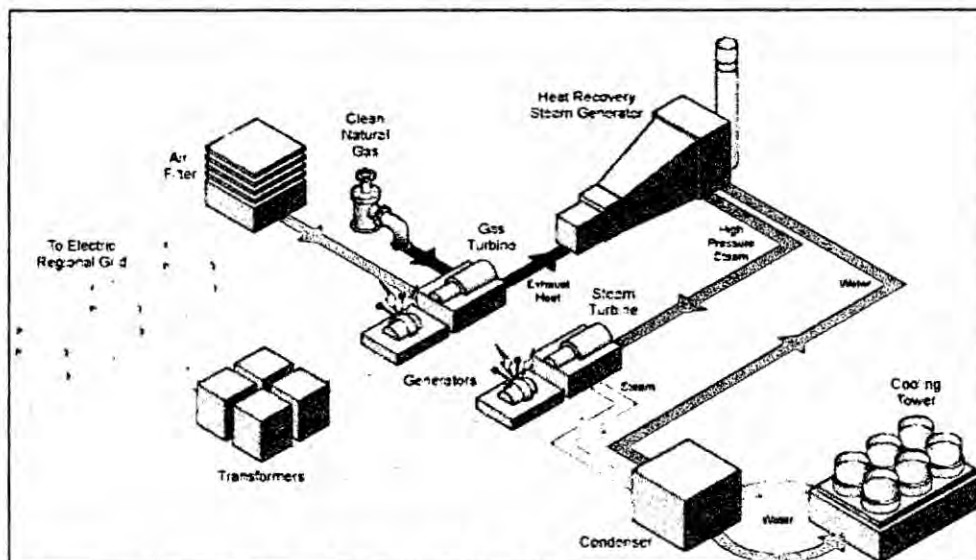
- **Válvulas reductoras de presión:** Si el gas tiene más presión de la que se necesita en la turbina, tendrá que atravesar unas válvulas reductoras de presión hasta ajustarse a la necesaria.
- **Sistema de precalentamiento:** Para elevar el punto de rocío, debe disponerse de un sistema de calefacción para evitar congelaciones del agua que pudiera contener el gas. Hay que tener en cuenta que ante una expansión, el gas pierde temperatura. Si como efecto de una expansión la temperatura bajara por debajo del punto de rocío, el agua contenida podría congelarse, provocando la formación de hielo, cosa que no interesa ya que serían como proyectiles, sobre todo en la turbina de gas. El gas se calienta sólo ligeramente.
- **Cromatógrafo y Caudalímetro:** La compañía suministradora de gas necesita que se instalen caudalímetros para saber el caudal de gas consumido. Además, hay que tener en cuenta que el gas no se factura por volumen o peso, sino que se factura como energía (actualmente se hace por kWh, anteriormente la unidad era la termia, 1 termia = 1 millón de calorías, por tanto, es necesario saber cuál es el poder calorífico del gas, pues el caudalímetro nos dará el volumen de gas que ha atravesado la línea. Para conocer este poder calorífico se

instala un cromatógrafo, debidamente calibrado, que se encargará de aportar el dato de la composición y el poder calorífico del gas. Habitualmente, caudalímetros y cromatógrafos pueden estar duplicados, pues las cantidades de dinero que se facturan a través de ellos justifican sobradamente la instalación de equipos de reserva.

### 2.2.3. Central de Ciclo Combinado:

Una central de ciclo combinado es una central eléctrica en la que la energía térmica del combustible es transformada en electricidad mediante dos ciclos termodinámicos: el correspondiente a una turbina de gas, generalmente gas natural, mediante combustión (ciclo Brayton) y el convencional de agua/turbina de vapor (ciclo Rankine).

**FIGURA 06 - CENTRAL DE CICLO COMBINADO.**

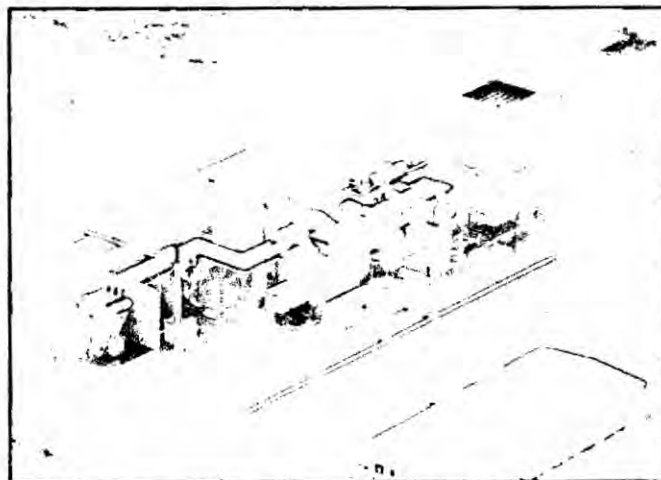


Fuente página web: <http://goo.gl/nudG0c> (Consultado 03.07.2014)

#### 2.2.4. Central Termoeléctrica

Una central termoeléctrica es una instalación empleada en la generación de energía eléctrica a partir de la energía liberada en forma de calor, normalmente mediante la combustión de combustibles fósiles como petróleo, gas natural o carbón. Este calor es empleado por un ciclo termodinámico convencional para mover un alternador y producir energía eléctrica.

**FIGURA 07 - PLANTA DE ENERGÍA DE CICLO SIMPLE**



Fuente: <http://goo.gl/5qomgX> (Consultada 03.07.2014)

Algunas centrales termoeléctricas contribuyen al efecto invernadero emitiendo dióxido de carbono, pero también existen centrales como el caso de las centrales de energía solar térmica que al no quemar ningún combustible, no lo hacen. También hay que considerar que la masa de este gas emitida por unidad de energía producida no es la misma en todos los casos: el carbón se compone de carbono e

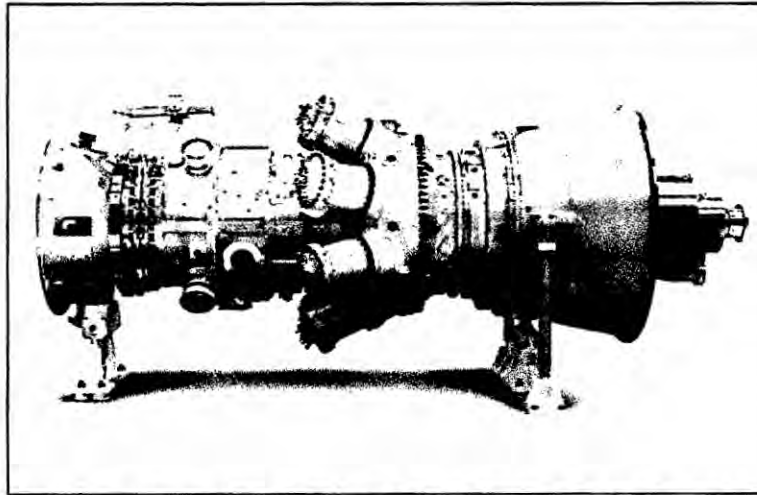
impurezas. Casi todo el carbono que se quema se convierte en dióxido de carbono, también puede convertirse en monóxido de carbono si la combustión es pobre en oxígeno. En el caso del gas natural, por cada átomo de carbono hay cuatro de hidrógeno que también producen energía al convertirse en agua, por lo que contaminan menos por cada unidad de energía que producen y la emisión de gases perjudiciales procedentes de la combustión de impurezas -como los óxidos de azufre- es mucho menor, como el caso de la Central térmica de ciclo simple Bennett Montaña en Estados Unidos (Figura 07). Cuando el calor se obtiene mediante la fisión controlada de núcleos de uranio la central se llama central nuclear. Este tipo de central no contribuye al efecto invernadero, pero tiene el problema de los residuos radioactivos que han de ser guardados durante miles de años y la posibilidad de accidentes graves.

#### 2.2.5. Turbina a gas:

Es un tipo de motor de combustión interna (CI) en el que la quema una mezcla de aire-combustible que produce gases calientes que hacen girar una turbina para producir energía. Las turbinas de gas pueden utilizar una variedad de combustibles, incluyendo gas natural, aceites combustibles y combustibles sintéticos. La combustión se produce forma continua en turbina de gas, a diferencia de los motores

alternativos de CI, en los que la combustión se produce de forma intermitentemente.

**FIGURA 08 - TURBINA A GAS SIEMENS.**



Fuente página web: <http://goo.gl/xFqJcN> (Consultado 03.07.2014)

#### 2.2.6. Análisis de criticidad

##### a) Introducción

La industria del mantenimiento en los últimos años ha ganado mucho importancia, esto debido a que se vive un ambiente muy competitivo entre las empresas, lo que ha obligado a las compañías a buscar grandes cambios en la forma tradicional de su desarrollo de operaciones. Es necesario que las compañías se esfuercen en adaptarse rápidamente a nuevos cambios que cada vez son más complejas. La velocidad con la que se mueve este ambiente, ha generado que las empresas se vean obligadas a invertir y tomar decisiones apresuradas basadas en información incompleta, incierta



o nada precisa y al mismo tiempo, tener que producir a menor costo y con alta calidad y confiabilidad.

Durante muchos años casi todas las empresas se han limitado al diseño de planes del mantenimiento solo con recomendaciones técnicas de los fabricantes, histórico de fallas y experiencia del personal de mantenimiento. Por lo que se han mostrado una separación del operador en las actividades del mantenimiento de los equipos, lo que nos da una visión errada de lo que realmente se espera del mantenimiento, y sin considerar todos los riesgos que se pueden asociar a la seguridad, higiene y el ambiente, y el impacto que puede tener a sus procesos.

Por lo que observando estas limitaciones del mantenimiento, han nacido diferentes metodologías como el “Diseño de planes y programas centrados en confiabilidad”, “Inspecciones que se basan en el riesgo”, “Análisis de criticidad” y “Reliability Centred Maintenance (RCM)”

b) El análisis de criticidad

Para definir el análisis de criticidad podemos usar los siguientes conceptos:

“Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis”.<sup>3</sup>

“Es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos, de acuerdo a una figura de mérito llamada “Criticidad”; que es proporcional al “Riesgo” creando una estructura que facilita la toma de decisiones y el direccionamiento del esfuerzo y los recursos hacia las áreas, de acuerdo con su impacto en el negocio”.<sup>4</sup>

Entonces podemos decir que un análisis de criticidad nos ayuda a jerarquizar los equipos en una planta industrial.

#### c) Fundamentos del análisis de criticidad

La mejora de confiabilidad operativa de cualquier planta o de las partes de lo conforman (Sistemas, subsistemas y componentes), se asocia fundamentalmente con las siguientes confiabilidades: humana, del proceso, del diseño y del mantenimiento. La

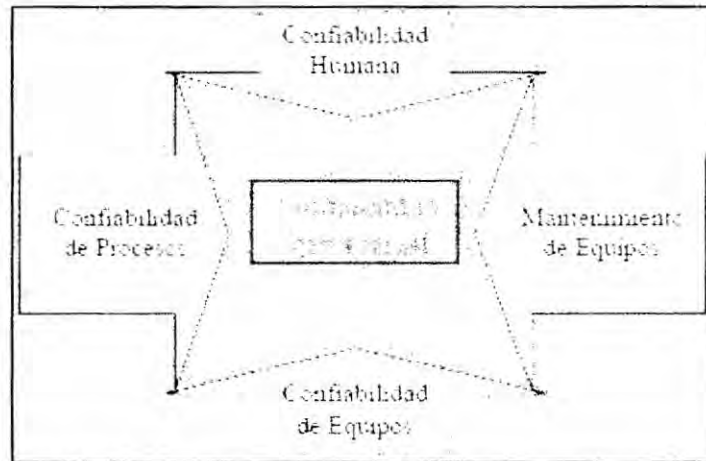
---

<sup>3</sup> Para mayor detalle se puede consultar la siguiente página web <http://goo.gl/OL87sK> (Consultado: 04.07.2014)

<sup>4</sup> Este concepto se encuentra en la siguiente publicación “Análisis de criticidad integral de activos”, pag.2, año: 2007. Autor: Edwin Gutierrez, Miguel Agüero y Ivaneska Calixto.

confiabilidad operacional se puede apreciar en el Figura 09, donde se relaciona la confiabilidad humana, de proceso, del equipo y del mantenimiento.

**FIGURA 09 - FACTORES QUE DETERMINANTES**



Fuente página web: <http://goo.gl/DBXvV9> (Consultado 04.07.2014)

Difícilmente se disponen de recursos ilimitados, tanto económicos como humanos, para poder mejorar al mismo tiempo, estos cuatro aspectos en todas las áreas de una empresa. ¿Cómo establecer que una planta, proceso, sistema o equipo es más crítico que otro? ¿Qué criterio se debe utilizar? ¿Todos los que toman decisiones, utilizan el mismo criterio? El análisis de criticidades da respuesta a estas interrogantes, dado que genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Una vez identificadas estas zonas, es mucho más fácil diseñar una estrategia, para realizar estudios o proyectos que mejoren la

confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos o elementos que formen parte de la zona de alta criticidad. Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados con: seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, causa de fallas y tiempo de reparación principalmente. Estos criterios se relacionan con una ecuación matemática, que genera puntuación para cada elemento evaluado. La lista generada, resultado de un trabajo de equipo, permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades, y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito maximizando la rentabilidad.<sup>5</sup>

$$\textit{Criticidad} = \textit{Frecuencia} \times \textit{Impacto}$$

Esta ecuación matemática es proporcional a la siguiente ecuación:

$$R(t) = P(t) \times C(t)$$

Dónde:

*R(t): Riesgo*

*P(t): Probabilidad de falla*

*C(t): Consecuencias*

Al momento de analizar una situación o aseveración en particular, es necesario cuantificar las probabilidades de ocurrencia y consecuencias de cada uno de los escenarios que conllevan al evento bajo estudio. El riesgo se comporta como una balanza que permite ponderar la

---

<sup>5</sup>Lo conceptos de máxima rentabilidad se extrajeron de la siguiente página web <http://goo.gl/sSeFwI> (Consultado 04.07.2014)

influencia de varias alternativas en términos de su impacto y probabilidad, orientando al analista en el proceso de toma de decisión.

En ese proceso de toma de decisiones se emplea el riesgo como una herramienta para la optimización de los planes de cuidado de activos, dirigiendo mayores recursos y esfuerzos para aquellos equipos que presente un riesgo elevado y una reducción de esfuerzo y recursos para los equipos de bajo riesgo, lo cual permite en forma general un gasto justificado en los recursos dirigidos a las partidas de mantenimiento.<sup>6</sup>

Entre las metodologías más usadas a nivel industrial se tiene Método de Ciliberti, Estandar Norsok Z-008, Mantenimiento Basado en Criticidad, Análisis Cualitativo de Inspección Basada en Riesgo según la Norma API 581 y la metodología de análisis de criticidad de los puntos del Manual de criticidad de PDVSA - CIED. Estas metodologías se integran para determinar el nivel de riesgo de los equipos dinámicos, estáticos, eléctricos e instrumentos de instalaciones industriales.

En el presente trabajo de investigación se integraran las normas, Estándar Norsok Z-008 y la Inspección Basada en Riesgo según la Norma API 581.

---

<sup>6</sup> Fuente: Documento "Análisis de criticidad integral de activos", pag.2, año: 2007. Autor: Edwin Gutierrez, Miguel Agüero y Ivanaska Calixto.

### 2.2.7. Análisis de criticidad según Estándar Norsok Z-0008

Este estándar es uno de los más utilizados en la industria del gas y del petróleo; pero para profundizar en su entendimiento y aplicaciones se recomienda a los lectores consultar la referencia (Anexo - 01)

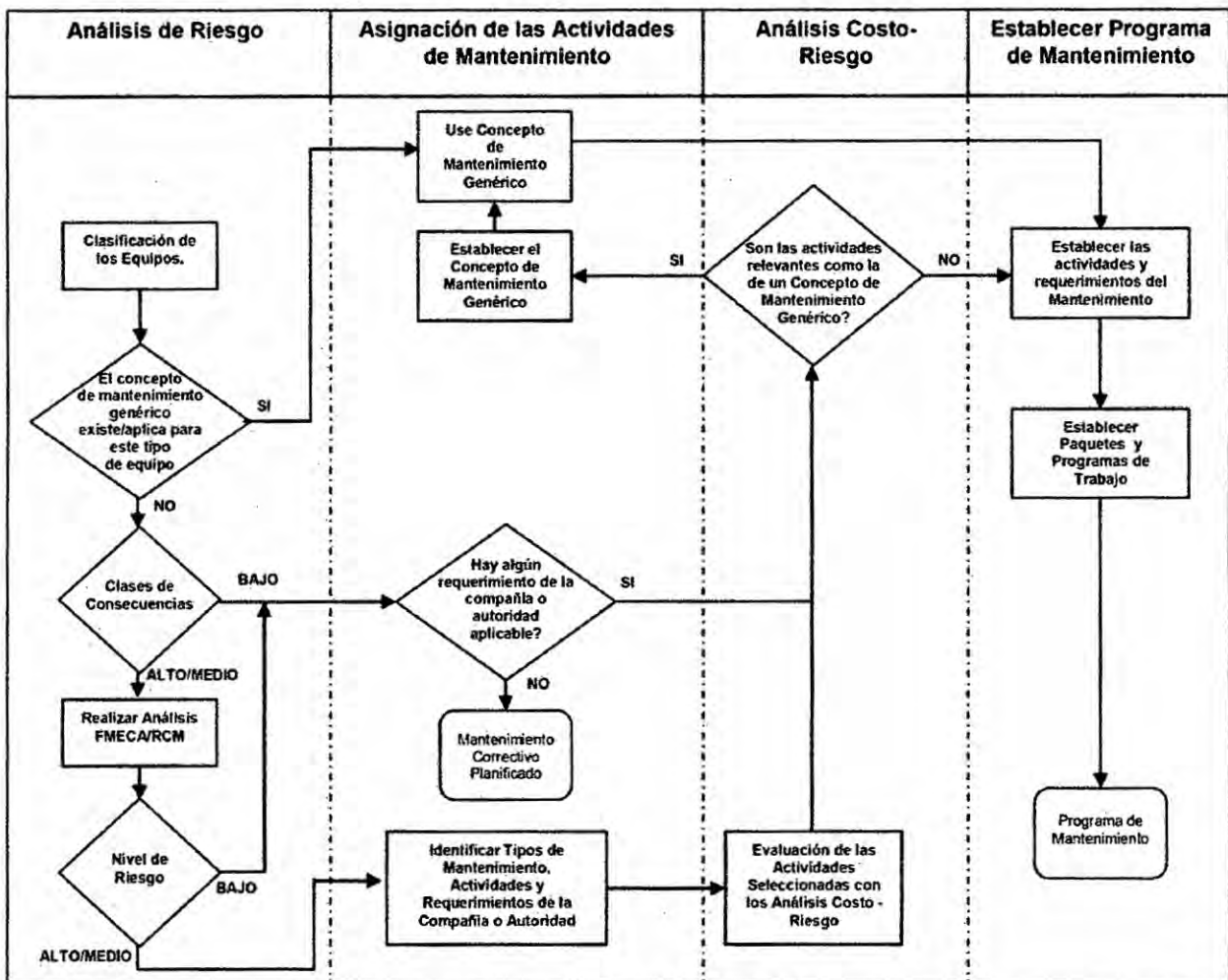
El estándar NORSOK Z-008 aplica para Equipos Mecánicos (estáticos y rotativos), Instrumentos y Equipos Eléctricos. Están excluidas del alcance de esta Norma las Estructuras de Carga Rodante, Estructuras flotantes, Raisers y gasoductos/oleoductos. Este estándar NORSOK es aplicable para los propósitos diferentes como:

- Fase de Diseño. (Determinar los requerimientos iniciales de mantenimiento, identifica fallas ocultas de equipos críticos escondidos sobre equipo crítico y selección de partes y repuestos).
- Preparación para la operación.
- Desarrollo de programas de mantenimiento iniciales para la puesta en funcionamiento de sistemas y selección de piezas de repuesto corrientes.

- Fase Operacional. (Optimización de programas de mantenimiento existentes y como guía para priorizar ordenes de trabajo).

Para la determinación de la criticidad de los activos según esta norma se emplea el siguiente flujograma, mostrado en la Figura 10 donde se muestra el proceso de establecimiento de un programa de mantenimiento.

**FIGURA 10 - PROCESO DE ESTABLECIMIENTO**



Fuente: Standard NORSOK Z-008

### 2.2.8. Inspección Basada en Riesgo (IBR)

Este análisis de criticidad se basa en la aplicación de la etapa inicial (Fase de Análisis Cualitativo) del estudio de IBR (Inspección Basada en Riesgo), fundamentada en las normativas API RP-580 y API PUB-581.

Esta metodología permite calcular la criticidad (riesgo) con base en el análisis del comportamiento histórico, modos de degradación o deterioro, características de diseño, condiciones de operación, mantenimiento, inspección y políticas gerenciales tomando en cuenta al mismo tiempo la calidad y efectividad de la inspección, así como las consecuencias asociadas a las potenciales fallas.

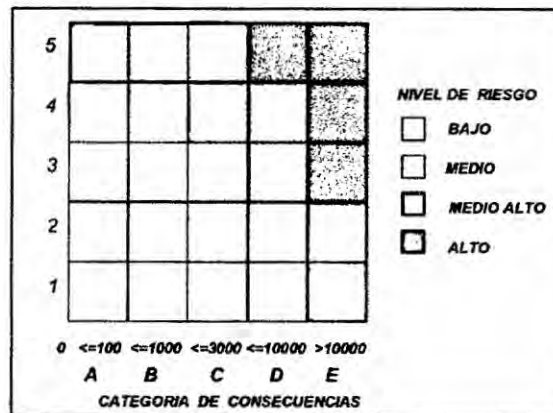
Esta es una metodología especial de análisis de criticidad para equipos estáticos y solo aplica para aquellos equipos cuyo principal mecanismo de deterioro es la corrosión.

Esta metodología permite la ubicación de los equipos analizados en una matriz de 5x5 (Figura 11) que presenta cuatro niveles de clasificación de riesgo que son: riesgo bajo representado típicamente en color blanco o verde, riesgo medio presentado en amarillo, riesgo medio – alto graficado en naranja y alto riesgo mostrado en rojo.



La metodología de IBR además de determinar el nivel de riesgo asociado a los componentes estáticos de un sistema sometidos a procesos de corrosión, permite evaluar la efectividad del plan de inspección para reducir dicho riesgo.

**FIGURA 11 – MATRIZ DE RIESGO**



Fuente: Estándar IBR

En dicha metodología se define la falla como cualquier evento que ocasione la rotura de los límites del equipo. Por lo que se puede afirmar que la falla considerada en IBR es la pérdida de la función de contención del fluido presurizado, dicho en otras palabras, la fuga del fluido presurizado al medio ambiente. Un programa exhaustivo de IBR debe incluir todos los equipos estáticos que componen la barrera de contención de presión del sistema en evaluación, de acuerdo con las necesidades del usuario. Estos equipos deben ser, entre otros, recipientes a presión (torres, tambores, tanques, etc.) y sistemas de tuberías de proceso. Como se mencionó previamente, esta metodología propone la determinación del riesgo con base en

modelos de cálculo que consideran el análisis del comportamiento histórico, modos de degradación o deterioro, características de diseño, condiciones de operación, mantenimiento, inspección y políticas gerenciales tomando en cuenta La calidad y efectividad de la inspección, así como las consecuencias asociadas a las potenciales fallas. Estos cálculos son bastante más detallados y exhaustivos que los realizados para las metodologías de criticidad previamente expuestas y los procedimientos para realizarlos están contenidos las Normativas API 580 y 581.

#### 2.2.9. Determinación de criticidad

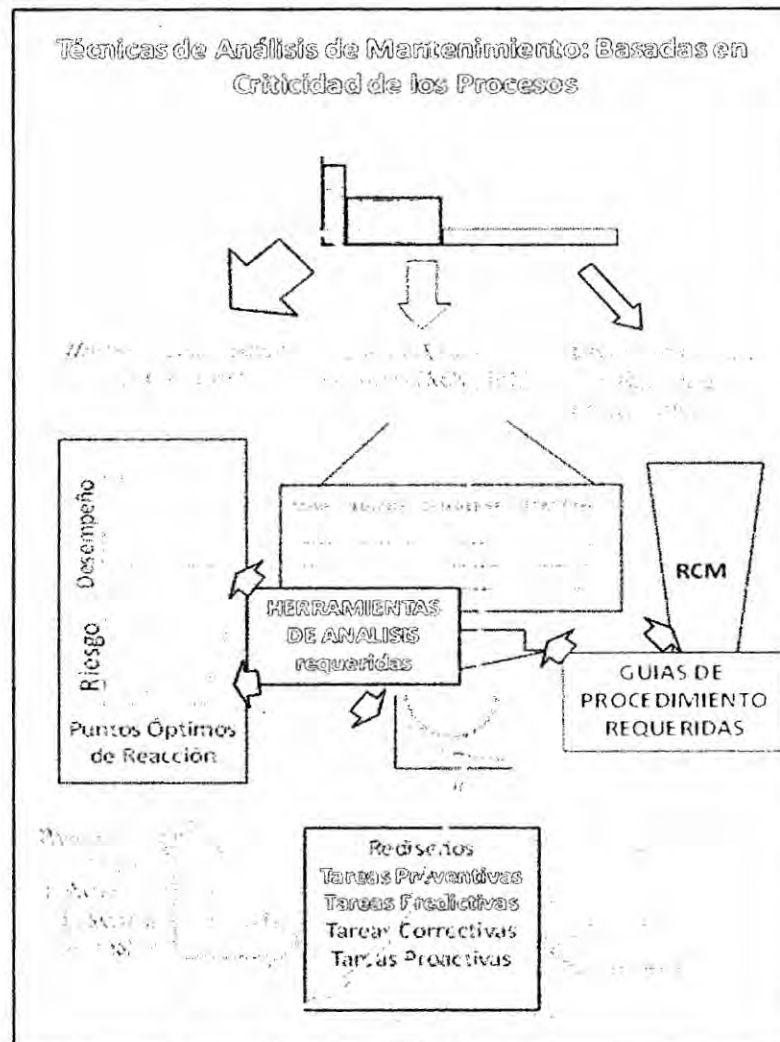
Para la determinación del análisis de criticidad se usan las metodologías Norsok Z-008 e Inspección basada en riesgo (IBR), de donde decimo que el objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de los procesos, de los sistemas y de los equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.

El método para evaluación de criticidad está compuesto de una tabla que agrupa los factores principales considerados del modelo, como lo son: Flexibilidad Operacional, Efecto del fallo, Coste de reparación, Seguridad, Higiene, Ambiente y Frecuencia de Fallos, cada factor

ponderado en función a las necesidades y estrategia de la compañía. Estos factores están compuestos por una serie de alternativas ponderadas, que deberán ser completadas por el equipo multidisciplinario evaluador.

Concluida la evaluación, los resultados obtenidos son llevados a una ecuación que determina el nivel de criticidad del componente evaluado.

**FIGURA 12 – ESQUEMA DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD**



Fuente: PMM Institute for Learning

**TABLA 01 - MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE CRITICIDAD**

ÍTE	TAG	(1) FLEXIBILIDAD OPERACIONAL				(2) EFECTO DEL FALLO				(3) COSTES DE REPARACIÓN				(4) IMPACTO EN LA S.M.A.				(5) FRECUENCIA (NO.)				SUBTOTAL	CRITICIDAD
		Sin medio alterno de operación; reparación mayor a dos días	Sin medio alterno de operación; reparación menor a dos días	Sin medio alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	New alerta de alguna manera los procesos. Spares / Disposables de equipo. Respaldos = SPARE = Stand by o Medio alterno de operación	Si falla, se genera parada inmediata del sistema o a su subzona Pérdida >= 300.000 USD	Si falla, se genera la parada de equipo con efecto en el grupo Pérdida mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	Si falla, se genera solo una parada del equipo Pérdida: menor o igual a 50.000 USD	Si falla, no existe consecuencia en la producción u operación. Sin pérdidas	Mayor a 50.000 USD	Más de 10.000 USD hasta 50.000 USD	Mayor a 5.000 USD e igual a 10.000 USD	Entre 1.500 USD y 5.000 USD	Menos de 1.500 USD	Si falla, causará accidentes (muertes o lesiones) y/o contaminación (Derrames o Emisiones)	Si falla, ocasionará Incidentes Humanos y/o ambientales	Si falla, NO genera ningún riesgo	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del complejo)	Deficiente = 2 fallos por año	Normal = 1 fallo por año	Óptimo=0 fallos		
1	Sistema 1	x				4	x		9	x				4		x		2			5	210	
2	Sistema 2			x		1			4		x			3		x		2			5	45	
3	Sistema 3		x			2			4		x			3	x			9			3	60	
4	Sistema 4			x		1			1		x			3		x		0			3	12	
5	Sistema 5				x	0	x		9			x		1		x		2			x	3	
6	Sistema 6	x				4	x		9			x		2		x		2			x	40	
7	Sistema 7	x				4			4			x	0		x			0			5	80	
8	Sistema 8		x			2			4				x	1		x		2			5	55	
9	Sistema 9			x		1		x	6				x	0		x		0			x	18	
10	Sistema 10				x	0			6		x			3	x			9			x	36	

Fuente: Elaboración Propia

2.2.10. Descripción de los Factores de análisis de criticidad.

a. Seguridad y Ambiente:

Este factor se refiere al impacto del fallo del componente evaluado en materia de Seguridad Higiene y Ambiente.

➤ Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones):

Este renglón se refiere a la alta probabilidad de ocurrencia de Muerte o Lesiones y/o Contaminación (Derrames o Emisiones) al momento de presentarse una falla del componente evaluado.

➤ Incidentes Humanos y Ambientales de Alto Potencial:

Los incidentes Humanos y Ambientales de Alto potencial suponen la ocurrencia de un evento no deseado, el cual bajo circunstancias

ligeramente diferentes, podría haber resultado en lesiones a las personas, daños a la propiedad o pérdidas en el proceso.

- Sin Riesgo: En este caso, solo es aplicable cuando el fallo del componente evaluado no suponga riesgo alguno para las personas o el ambiente.

#### b. Flexibilidad Operacional

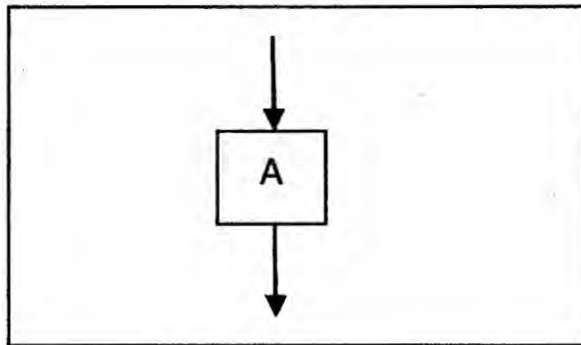
En este factor se analizará si la función del equipo puede ser realizada por otro subsistema o equipo auxiliar.

Si el equipo tiene un equipo RESPALDO=SPARE=STAND BY individual, un equipo RESPALDO=SPARE=STAND BY compartido o si no tiene equipo RESPALDO=SPARE=STAND BY. Este aspecto no debe ser confundido con repuestos.

- Sin modo alterno de operación /Sin equipo RESPALDO = SPARE = STAND BY:

Este diagrama se selecciona cuando dispone solo de un equipo principal cuyas funciones no pueden ser realizadas por otro equipo. Su parada supone una parada del sistema al que pertenece.

**FIGURA 13 - EQUIPO SIN MODO ALTERNO DE OPERACIÓN**



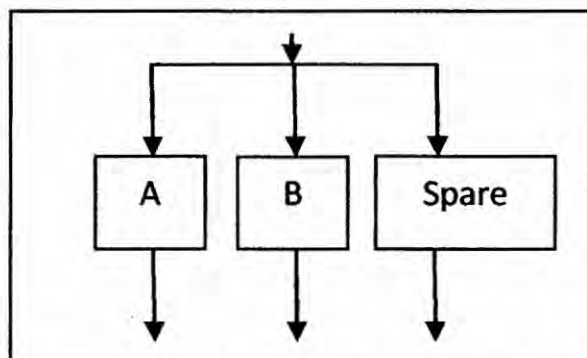
Fuente: Elaboración propia

- Modos alternos de operación / Comparte equipo RESPALDO = SPARE  
= STAND BY:

Este diagrama se selecciona cuando existen dos elementos que realizan la misma función en paralelo y ambos comparten un equipo RESPALDO=SPARE=STAND BY que respalda la función.

La parada del sistema podrá darse si dos de estos elementos fallan al mismo tiempo.

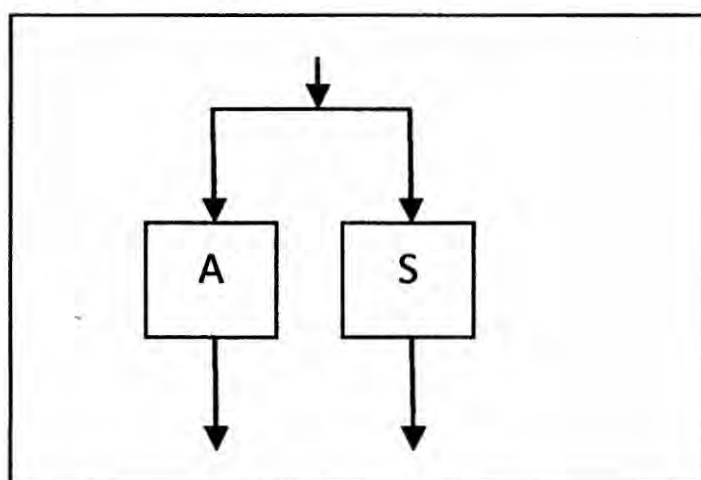
**FIGURA 14 - EQUIPO CON MODO ALTERNO DE OPERACIÓN**



Fuente: Elaboración propia

- Dispone de equipo RESPALDO=SPARE=STAND BY / Modo alternativo de operación: Este renglón se selecciona cuando el equipo evaluado dispone de un RESPALDO=SPARE=STAND BY en sitio capaz de soportar la función del sistema, o si existe algún modo como Bypass del elemento para continuar operando.

**FIGURA 15 - EQUIPO DISPONE MODO ALTERNO DE OPERACIÓN**



Fuente: Elaboración propia

c. Efecto del Fallo

Este factor evalúa el efecto del fallo del componente/equipo sobre el sistema y la planta o complejo industrial.

- Parada de la unidad y efecto sobre otras unidades: Este unidad describe que el fallo del equipo afecta el sistema al cual pertenece y a otros sistemas relacionados.

➤ Sin consecuencia en la producción / Operación: Este renglón es seleccionado cuando el fallo del equipo evaluado no supone pérdidas o efectos sobre las operaciones.

Pérdida mayor: implica un mayor a 300.000 (USD).

Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD

Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD

Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas

d. Coste de Reparación (Ponderado).

Este factor se refiere a los costes directos e indirectos de las reparaciones más impactantes que den a lugar para el componente/equipo evaluado, tomando en consideración la frecuencia de ocurrencia de las mismas (factor de ponderación). Se entiende por costes directos, aquellos costes tangibles del mantenimiento, son los costes derivados de la actividad normal de la función. Están a la vista y pueden contabilizarse sin consideraciones especiales. Ejemplo: Mano de obra directa (Operación, Mantenimiento), Repuestos, Herramientas, Equipos especiales y Maquinas herramientas, Personal Administrativo, Personal de Dirección y Supervisión. Se entiende por costes indirectos, aquellos tangibles al ingeniero común y están representados por la inversión de capital y los intereses que sobre el mismo se dejen de percibir, y por pérdidas debidas a paradas de máquinas no contempladas como normales dentro de la operación de la empresa, o



como rechazo de productos por parte del control de calidad como consecuencia de máquinas en mal estado.

- Considere la historia de los costes, el tamaño del equipo, los materiales, transporte y otras características de diseño.
- Evalúe los fallos probables del equipo.

Los criterios de criticidad tienen una valoración (estos pueden adaptarse a la magnitud de los costes de reparación de la planta):

- Muy Alto > Mayor a 50.000 USD
- Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD
- Normal: entre 5.000 y 10.000 USD
- Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD
- Muy bajo: menor a 1.500 USD

Buena práctica: la frecuencia de fallos deberá ser revisada una vez que el equipo obtenga su propia historia. En todo caso, el periodo mínimo a ser considerado es de 1 año.

#### 2.2.11. Niveles de Criticidad

El nivel de criticidad es obtenido mediante la utilización de la siguiente formulas:

*Criticidad Total = Frecuencia (No – Fiabilidad) x Consecuencia*

$$Criticidad Total = F * [(FO \times EF) + CR + SH]$$

*F: Frecuencia*

*FO: Flexibilidad Operacional*

*EF: Efecto de fallo*

*CR: Costo de Reparación*

*SHA: Seguridad Higiene y Ambiente*

Establecimiento de niveles de criticidad:

Los niveles de criticidad deberán ser establecidos de la siguiente forma:

1. Criticidad Baja – 1-10
2. Criticidad Baja + 11-20
3. Criticidad Media – 21-30
4. Criticidad Media + 31-40
5. Criticidad Alta – 41-50
6. Criticidad Alta + > 50

**TABLA 02 - NIVELES DE CRITICIDAD**

Niveles de Criticidad	Descripción	Rangos de Criticidad
1	Criticidad Baja -	1-10
2	Criticidad Baja +	11-20
3	Criticidad Media -	21-30
4	Criticidad Media +	31-40
5	Criticidad Alta -	41-50
6	Criticidad Alta +	> 50

Fuente: PMM Institute for Learning

**TABLA 03 - RESUMEN DE EVALUACIÓN DE CRITICIDAD DE UN EQUIPO**

<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>		<b>10EKG10AA005</b>		
<b>Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD</b>		<b>PESO</b>	<b>SELECCIÓN (X)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>				
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	X	4
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2		0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1		0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes /Dispone de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación	0		0
<b>Sub-Total</b>				<b>4</b>
<b>2. EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)</b>				
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un coste => 300.000 (USD)	9	X	9
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6		0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4		0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1		0
<b>Sub-Total</b>				<b>9</b>
<b>3. COSTES DE REPARACIÓN</b>				
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4		0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X	3
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2		0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1		0
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0		0
<b>Sub-Total</b>				<b>3</b>
<b>4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>				
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	X	9
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2		0
4.3	Sin riesgo	0		0
<b>Sub-Total</b>				<b>9</b>
<b>5. FRECUENCIA (NO CONFIABILIDAD)</b>				
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avertía" repetitiva del complejo)	6		0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5		0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3		0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X	1
<b>Sub-Total</b>				<b>1</b>
<b>TOTAL (Críticidad Total = Frecuencia * ((Flexibilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHA))</b>				<b>48</b>

Fuente: Elaboración propia

## 2.2.12. Introducción al “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”

(RCM)

### a) El cambiante mundo de Mantenimiento

Durante los últimos veinte años, el mantenimiento ha cambiado, tal vez más que cualquier otra disciplina de gestión. Los cambios se deben a un aumento enorme en el número y variedad de los activos materiales (instalaciones, equipos y edificios) que debe mantenerse a lo largo del mundo, diseños mucho más complejos, las nuevas técnicas de mantenimiento y el cambio de puntos de vista sobre la organización de mantenimiento y responsabilidades.

El mantenimiento también está respondiendo a las expectativas cambiantes. Estos incluyen una toma de conciencia cada vez mayor de la medida en que la falla del equipo afecta a la seguridad y el medio ambiente, una mayor conciencia de la conexión entre el mantenimiento y la calidad del producto, y el aumento de la presión para lograr una alta disponibilidad de la planta y para contener los costos.

Los cambios están poniendo a prueba las actitudes y habilidades en todas las ramas de la industria hasta el límite. El personal de mantenimiento se ven obligados a adoptar formas completamente nuevas de pensar y actuar, como ingenieros y como administradores. Al mismo tiempo, las limitaciones de los sistemas de mantenimiento son cada vez más evidentes, no importa lo mucho que está informatizado.

Frente a esta avalancha de cambios, los gerentes de todo el mundo están buscando un nuevo enfoque para el mantenimiento. Quieren evitar las salidas en falso y callejones sin salida que siempre acompañan a los grandes cambios. *En su lugar, buscan una estructura estratégica que sintetiza los nuevos desarrollos en un patrón coherente, de modo que puedan evaluar con sensatez y aplicar las que puedan ser de mayor valor para ellos y sus empresas.* En esta investigación se describe una filosofía que proporciona dicha estructura de trabajo. Se llama **Mantenimiento Centrado en Confiabilidad** o **RCM** por sus siglas en inglés. Si se aplica correctamente, el RCM transforma las relaciones entre las empresas que lo utilizan, sus activos físicos existentes y las personas que lo utilizan y mantienen esos activos. También permite que nuevos activos o bienes sean puestos en servicio con gran efectividad, velocidad, confianza y precisión<sup>7</sup>.

#### b) Evolución del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

Desde la década de 1930, la evolución del mantenimiento se puede rastrear a través de tres generaciones. RCM se está convirtiendo en la piedra angular de la tercera generación, pero esta generación sólo puede ser vista en perspectiva, a la luz de la primera y segunda generación.

---

<sup>7</sup> Este es un extracto del primer capítulo del libro "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad" por John Moubray. Web: <http://goo.gl/zYLZYq> (Consultado 19.06.14)

### **La primera generación**

La primera generación cubre el período hasta la Segunda Guerra Mundial. En esos días la industria no estaba muy altamente mecanizada, por lo que el tiempo de inactividad no importaba mucho. Esto significaba que la prevención de fallas en los equipos no era una prioridad muy alta en las mentes de la mayoría de los gerentes. Al mismo tiempo, la mayoría del equipo fue simple y gran parte de ella estaba sobre-diseñado. Esto hizo que fuera fiable y fácil de reparar. Como resultado de ello, no hubo necesidad de un mantenimiento sistemático de ningún tipo más allá de las rutinas de limpieza, mantenimiento y lubricación simples. La necesidad de habilidades también fue menor de lo que es hoy.

### **La Segunda Generación**

Las cosas cambiaron drásticamente durante la Segunda Guerra Mundial. Las presiones del tiempo de guerra aumentó la demanda de bienes de todo tipo, mientras que la oferta de mano de obra industrial se redujo drásticamente. Esto condujo a un aumento de la mecanización.

Por la década de 1950 máquinas de todo tipo eran más numerosos y más complejos. La industria estaba empezando a depender de ellos.

Como esta dependencia creció, el tiempo de inactividad entró en el foco más agudo. Esto llevó a la idea de que los fallos de los equipos pueden

y deben prevenirse, lo que llevó a su vez al concepto de mantenimiento preventivo. En la década de 1960, esta consistió principalmente en reparaciones de equipos realizados a intervalos fijos.

El costo de mantenimiento también comenzó a aumentar marcadamente en relación con otros costos de operación. Esto condujo al crecimiento de los sistemas de planificación y control de mantenimiento. Estos han ayudado mucho a llevar el mantenimiento bajo control, y ahora son una parte establecida de la práctica de mantenimiento.

Por último, la cantidad de capital invertido en activos fijos, junto con un fuerte aumento en el costo de ese capital llevó a la gente a comenzar a buscar formas en las que podrían maximizar la vida útil de los activos.

### **La Tercera Generación**

Desde mediados de los años setenta, el proceso de cambio en la industria se ha reunido aún mayor impulso. Los cambios pueden ser clasificados en nuevas expectativas, nuevas investigaciones y nuevas técnicas.

En la Figura 16 se muestra cómo han evolucionado las expectativas de mantenimiento<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Fuente: Libro "Reliability Centered Maintenance", pag. 03. Autor, Jhon Mitchell Moubay IV, año 1997.

## FIGURA 16 - EVOLUCIÓN DE EXPECTATIVAS DE MANTENIMIENTO

Fuente: Libro "Reliability Centered Maintenance"

### **Nuevas Expectativas**

El *tiempo de inactividad del equipo* siempre ha afectado a la capacidad productiva de los activos físicos al reducir la producción, el aumento de los costos de operación y de interferir con el servicio al cliente. Por los años 1960 y 1970, esto ya era una preocupación importante en los sectores de minería, manufactura y transporte. En la industria manufacturera, los efectos del tiempo de inactividad se ven agravados por el movimiento mundial hacia sistemas "just-in-time" o justo a tiempo, en los que la reducción de existencias de trabajos en curso significa que muy pequeñas averías son ahora mucho más probables que se detenga toda una planta.

En los últimos tiempos, el crecimiento de la mecanización y la automatización ha significado que la confiabilidad y la disponibilidad han convertido también en temas clave en sectores tan diversos como el



cuidado de la salud, el procesamiento de datos, telecomunicaciones y gestión de edificios. Mayor automatización también significa que más y más fracasos afectan nuestra capacidad para mantener los estándares de calidad satisfactorios. Esto se aplica tanto a la calidad del servicio como a la calidad del producto. Por ejemplo, fallas en los equipos pueden afectar el control del clima en los edificios y la puntualidad de las redes de transporte tanto como pueden interferir con el logro consistente de las tolerancias especificadas en la fabricación.

Cada vez son más los fracasos tienen seguridad graves o consecuencias ambientales, en momentos en que las normas en estas áreas están aumentando rápidamente.

En algunas partes del mundo, el punto se está acercando a donde las organizaciones o bien se ajustan a las expectativas de seguridad y medioambientales de la sociedad, o que deje de funcionar. Esto añade un orden de magnitud a nuestra dependencia de la integridad de nuestros activos físicos - una que va más allá de costo y que se convierte en una simple cuestión de supervivencia de la organización.

Al mismo tiempo que nuestra dependencia de los activos físicos es cada vez mayor, también lo es su *costo de poseerlos y operar*. Para asegurar el máximo retorno de la inversión que representan, deben mantenerse

trabajando de manera eficiente durante el tiempo que queremos que lo hagan.

Por último, el costo de mantenimiento en sí sigue en aumento, en términos absolutos y como proporción del gasto total. En algunas industrias, ahora es el segundo más alto o incluso el elemento más alto de los costos operativos. Como resultado, en sólo treinta años se ha pasado de casi la nada a la cima de la liga como una prioridad el control de costes.

### **Una nueva investigación**

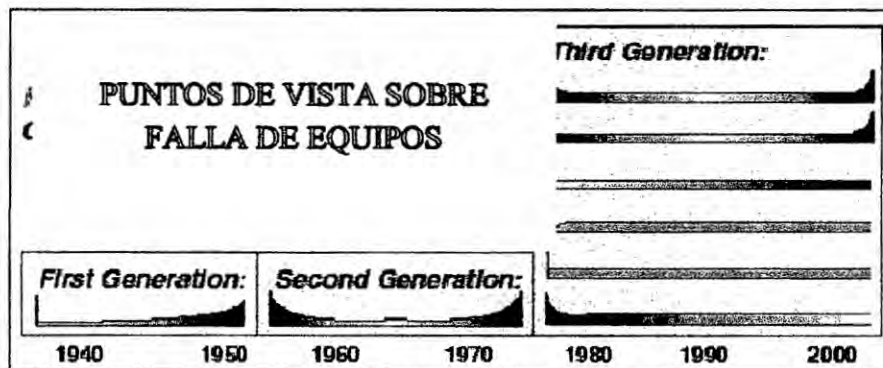
Al margen de las mayores expectativas, la nueva investigación está cambiando muchas de nuestras creencias más básicas sobre la edad y el fracaso.

En particular, es evidente que hay cada vez menos conexión entre la edad de operación de la mayoría de los activos y la probabilidad que existe para fallar. En la Figura 17 se muestra cómo la primera vista del fracaso fue simplemente que como las cosas se pusieron más viejos, tenían más probabilidades de fracasar. Una creciente conciencia de la "mortalidad infantil" condujo a la creencia generalizada de segunda generación de la curva de "bañera"<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Fuente: Libro "Reliability Centered Maintenance", pag. 04. Autor, Jhon Mitchell Moubray IV, año 1997.

**FIGURA 17 - CAMBIO DE PUNTOS DE VISTA EN FALLA DE EQUIPOS**



Fuente: Libro "Reliability Centered Maintenance"

Sin embargo, la investigación de tercera generación, ha revelado que no uno o dos, sino seis patrones de fallas ocurren en la práctica. Una de las conclusiones más importantes que se deduce de estos estudios es que un gran número de tareas que surgen de los conceptos tradicionales de mantenimiento, a pesar de que se realicen exactamente como se planteó, no logran ningún resultado, mientras que otras son contraproducentes y hasta peligrosas. Esto es específicamente cierto con muchas de las tareas que se hacen en nombre del mantenimiento preventivo. Por otro lado, para operar con seguridad los sistemas industriales más modernos y complejos se necesitan realizar un gran número de tareas que no figuran en los programas de mantenimiento. En otras palabras, la industria en general es devota a presentar mucha atención para hacer las tareas de mantenimiento correctamente, pero se necesita hacer mucho más para asegurarse que los trabajos que se plantean son los trabajos que se deben hacerse.

### Las nuevas técnicas

Ha habido un crecimiento explosivo en los nuevos conceptos y técnicas de mantenimiento. Cientos se han desarrollado durante los últimos quince años, y más, están surgiendo cada semana.

En la Figura 18 se muestra cómo ha crecido el énfasis clásico en revisiones y los sistemas administrativos para incluir muchas novedades en una serie de campos diferentes<sup>10</sup>.

### FIGURA 18 - CAMBIOS EN LAS TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO

Cambios en técnicas de mantenimiento
<b>Primera Generación</b>
• Reparar en caso de avería
<b>Segunda Generación</b>
• Mayor disponibilidad de planta
• Mayor vida útil de los equipos
• Más bajos costos
<b>Tercera Generación</b>
• Mayor disponibilidad y confiabilidad
• Mayor costo-efectividad
• Mayor seguridad
• No deteriorar el medio ambiente
• Mejor calidad de los productos
• Mayor duración de los equipos

Fuente: Libro "Reliability Centered Maintenance"

### Los nuevos desarrollos incluyen:

- Herramientas de soporte de decisiones, tales como estudios de riesgo, los modos de fallo y análisis de efectos y sistemas expertos.

<sup>10</sup> Fuente: Libro "Reliability Centered Maintenance", pag. 05. Autor, Jhon Mitchell Moubray IV, año 1997

- Nuevas técnicas de mantenimiento, tales como el monitoreo de condición.
- Diseño de equipos con un mayor énfasis en la fiabilidad y facilidad de mantenimiento.
- Un cambio importante en el pensamiento de la organización hacia la participación, el trabajo en equipo y la flexibilidad.

Un gran desafío que enfrentan las personas de mantenimiento hoy en día no es sólo aprender que son estas técnicas, sino de decidir cuales valen la pena y cuales no para sus organizaciones. Si tomamos las decisiones correctas, es posible mejorar el rendimiento de los activos y al mismo tiempo contener e incluso reducir el costo de mantenimiento. Si tomamos las decisiones equivocadas, nuevos problemas se crean mientras que los problemas existentes empeoran.

### ***Los desafíos que enfrenta el mantenimiento***

En pocas palabras, los principales desafíos que enfrentan los gerentes de mantenimiento del moderno se pueden resumir de la siguiente manera:

1. Usar las técnicas más adecuadas para hacer frente a cada tipo de falla en el proceso para cumplir con todas las expectativas de

los propietarios de los activos, los usuarios de los activos y de la sociedad en su conjunto.

2. Usar técnicas más adecuada de manera más rentable y perdurable.
3. Contar con el apoyo activo de la cooperación de todas las personas involucradas.

El RCM proporciona un marco que permite a los usuarios responder a estos retos, de forma rápida y sencilla. Lo hace porque nunca pierde de vista el hecho de que el mantenimiento es acerca de los activos físicos. Si no existieran estos activos, la propia función de mantenimiento no existiría. Así RCM inicia con un examen exhaustivo, basado en cero de los requisitos de mantenimiento de cada uno de los activos en su contexto operativo.

Con demasiada frecuencia, estos requisitos se dan por sentados. Esto se traduce en el desarrollo de las estructuras de organización, el despliegue de recursos y la implementación de sistemas sobre la base de suposiciones incompletas o incorrectas sobre las necesidades reales de los activos. Por otro lado, si estos requisitos se definen correctamente en la luz del pensamiento módem, es posible lograr cambios de paso muy notables en la eficiencia y la eficacia del mantenimiento.

## **Mantenimiento y RCM**

Desde el punto de vista de ingeniería, hay dos elementos a la gestión de todos los elementos físicos. Se debe mantener y de vez en cuando también puede necesitar ser modificado. Los principales diccionarios definen mantener como causa para continuar (Oxford) o mantener en un estado existente (Webster). Esto sugiere que el mantenimiento significa preservar algo. Por otra parte, están de acuerdo en que para modificar algo significa cambiarlo de alguna manera.

Cuando nos propusimos mantener algo, ¿qué es lo que queremos hacer para continuar? ¿Cuál es el estado actual que queremos conservar? La respuesta a estas preguntas se puede encontrar en el hecho de que cada activo físico se ponga en servicio porque alguien quiere que haga algo.

En otras palabras, se espera que pueda cumplir una función o funciones específicas. Por lo tanto, se deduce que cuando mantenemos un activo, el estado que desee conservar debe ser uno en el que sigue haciendo lo que sus usuarios quieren que haga.

**Mantenimiento: Asegurar que los activos físicos continúen  
haciendo lo que sus usuarios quieren que hagan**

Lo que los usuarios quieren que dependa de dónde y cómo se está utilizando el activo (el contexto operativo). Esto nos lleva a la siguiente definición formal de mantenimiento centrado en la fiabilidad:

**Mantenimiento Centrado en Confiabilidad: un proceso utilizado para determinar los requisitos de mantenimiento de todos los elementos físicos en su contexto operativo**

A la luz de la definición anterior de mantenimiento, una definición más completa de RCM podría ser "un proceso utilizado para determinar lo que debe hacerse para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su actual contexto operacional.

#### 1. RCM: Las siete preguntas básicas

El proceso de la CRM implica pidiendo siete preguntas sobre el activo o el sistema que se examina, de la siguiente manera:

1. ¿Cuáles son las funciones y normas de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
2. ¿En qué manera falla para cumplir con sus funciones?
3. ¿Qué es lo que ocasiona la falla funcional?
4. ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
5. ¿De qué manera importa cada falla?



6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada falla?
7. ¿Lo que se debe hacer si no se puede encontrar una tarea proactiva adecuada?

### **Funciones y Normas de Desempeño**

Antes de que sea posible aplicar un proceso utilizado para determinar lo que debe hacerse para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su actual contexto operacional, tenemos que hacer dos cosas:

1. Determinan lo que sus usuarios quieren que haga.
2. Asegurarse de que es capaz de hacer lo que sus usuarios quieren para empezar.

Por ello, el primer paso en el proceso de RCM es definir las funciones de cada activo en su contexto operativo, junto con las normas de funcionamiento deseado. Lo que los usuarios esperan que los activos sean capaces de hacer se puede dividir en dos categorías:

**Funciones principales**, que resumen qué el activo fue adquirido en el primer lugar. Esta categoría de funciones abarca cuestiones tales como la

velocidad, fuera de venta, el transporte o la capacidad de almacenamiento, calidad de producto y servicio al cliente.

**Funciones secundaria**, reconocer que se espera de los activos para hacer algo más que simplemente cumplir con sus funciones primarias. Los usuarios también tienen expectativas en áreas como la seguridad, el control, la contención, la comodidad, la integridad estructural, la economía, la protección, la eficiencia de la operación, el cumplimiento de la normativa ambiental e incluso la apariencia del bien.

Los usuarios de los activos suelen estar en la mejor disposición para saber exactamente cuál es la contribución de cada activo en la integridad física y financiera de la organización en su conjunto, por lo que es esencial que se involucren en el proceso de RCM desde el principio.

### **Fallas Funcionales**

Los objetivos de mantenimiento están definidos por las funciones y expectativas de desempeño asociados al activo que se consideran. Pero, ¿cómo lograr el mantenimiento de estos objetivos?

La única aparición que es probable que se detenga cualquier activo realizando en el nivel requerido por sus usuarios es algún tipo de fallo. Esto sugiere que el mantenimiento alcanza sus objetivos mediante

la adopción de un enfoque adecuado para el tratamiento de la insuficiencia. Sin embargo, antes de poder aplicar una mezcla adecuada de las herramientas de administración de fallas, tenemos que identificar lo que pueden producirse fallos.

El proceso RCM hace a dos niveles:

1. En primer lugar, mediante la identificación de lo que suponen las circunstancias de un Estado fallido.
2. En segundo lugar, preguntando a qué eventos pueden causar que el activo en un Estado fallido.

En el mundo de RCM, los estados fallidos se conocen como fallas funcionales porque ocurren cuando un activo no puede cumplir una función a un nivel de rendimiento aceptable para el usuario.

Además de la incapacidad total de funcionar, esta definición abarca fallas parciales, en los que las funciones siguen activos, pero en un nivel inaceptable de rendimiento (incluyendo situaciones en las que el activo no puede sostener niveles aceptables de calidad o precisión).

Es evidente que estos sólo pueden ser identificados después de las funciones y las normas de rendimiento de los activos se han definido.

## **Modos de Falla**

Como se mencionó en el párrafo anterior, una vez que cada falla funcional se ha identificado, el siguiente paso es tratar de identificar todos los acontecimientos que tengan una probabilidad razonable de causar cada Estado fallido.

Estos eventos son conocidos como modos de fallo. Modos de fallo "razonablemente probable" incluyen aquellos que se han producido en el mismo o similar los equipos que operan en el mismo contexto, las fallas que están siendo impedido actualmente por los regímenes de mantenimiento existentes, y las fallas que no han sucedido todavía, pero que son consideradas como las posibilidades reales del contexto en cuestión. La mayoría de las listas tradicionales de modos de falla incorporan fallas causadas por el deterioro o desgaste normal. Sin embargo, la lista debe incluir fallas causadas por errores humanos (por parte de los operadores y mantenedores) y defectos de diseño a fin de que todas las causas razonablemente probables de fallas de los equipos pueden ser identificados y tratados adecuadamente.

También es importante identificar la causa de cada falla con suficiente detalle como para asegurar que el tiempo y el esfuerzo no se desperdicien tratando de tratar los síntomas en lugar de las causas. Por otra parte, es igualmente importante asegurarse de que no se pierde tiempo en el análisis mismo de entrar en mucho detalle.

### **Efectos de fallo**

El cuarto paso en el proceso de la CRM implica listado efectos del fallo, que describen lo que sucede cuando se produce cada modo de fallo. Estas descripciones deben incluir toda la información necesaria para apoyar la evaluación de las consecuencias de la falla, como por ejemplo:

- ¿Qué evidencia existe que se ha producido el fallo (si lo hay)?
- ¿De qué manera (si lo hay) que representa una amenaza para la seguridad o el medio ambiente?
- ¿De qué manera afecta a la producción o las operaciones (si lo hay)?
- ¿Qué daños físicos (si los hubiera) han sido causados por la falla?
- ¿Qué debe hacerse para reparar la falla?

El proceso de identificación de las funciones de los fallos funcionales modos de falla y efectos de falla produce sorprendentes ya menudo muy interesantes oportunidades para la mejora del rendimiento y la seguridad, así como para la eliminación de residuos.

### **Consecuencias de las fallas**

Un análisis detallado de una empresa industrial media es probable que el rendimiento de entre tres y diez mil posibles modos de falla. Cada uno de estos fracasos afecta a la organización de alguna manera, pero en cada caso, los efectos son diferentes. Pueden afectar a las operaciones. También pueden

afectar a la calidad del producto, servicio al cliente, la seguridad o el medio ambiente. Todos ellos tomarán tiempo y cuestan dinero para reparar.

Son estas consecuencias que influyen más fuertemente la medida en que tratamos de prevenir cada falla. En otras palabras, si una falla tiene consecuencias graves, que son propensos a hacer un gran esfuerzo para tratar de evitarlo. Por otro lado, si tiene poco o ningún efecto, entonces es posible que decidamos no hacer el mantenimiento de rutina más allá de la limpieza básica y la lubricación.

Una gran fuerza de RCM es que reconoce que las consecuencias de las fallas son mucho más importantes que sus características técnicas. De hecho, se reconoce que la única razón para hacer cualquier tipo de mantenimiento proactivo no es evitar fallos por sí mismo, sino para evitar o al menos reducir las consecuencias del fracaso. El proceso de RCM clasifica estas consecuencias en cuatro grupos, como sigue:

- Consecuencias de las fallas ocultas: fallas ocultas no tienen un impacto directo, pero exponen a la organización a fallas múltiples con graves, a menudo catastróficas consecuencias. (La mayoría de estos fallos están relacionados con los dispositivos de protección que no son a prueba de fallos.)

- Consecuencias ambientales y de seguridad: Una falla tiene consecuencias seguridad si puede herir o matar a alguien. Tiene consecuencias ambientales si se pudiera llevar a un incumplimiento de cualquier norma ambiental de las empresas, regional, nacional o internacional.

- Consecuencias operacionales: Una falla tiene consecuencias operacionales si afecta a la producción (producción, calidad del producto, servicio al cliente o los costos de operación, además del costo directo de la reparación)

- Consecuencias no operacionales: las fallas evidentes que caen en esta categoría no afectan ni la seguridad ni la producción, solo se relacionan con el costo directo de la reparación.

Veremos más adelante cómo el proceso RCM utiliza estas categorías como la base de un marco estratégico para el mantenimiento de la toma de decisiones. Al obligar a una revisión estructurada de las consecuencias de cada modo de falla en términos de las categorías anteriores, que integra los objetivos operativos, ambientales y de seguridad de la función de mantenimiento. Esto ayuda a que la seguridad y el medio ambiente en la corriente principal de la gestión de mantenimiento.

El proceso de evaluación de las consecuencias también cambia el énfasis de la idea de que toda falla es negativa y debe ser prevenida. Al hacerlo, se

centra la atención en las actividades de mantenimiento que tienen más efecto sobre el rendimiento de la organización, y desvía la energía de distancia de los que tienen poco o ningún efecto. También nos anima a pensar más ampliamente acerca de las diferentes formas de gestionar el fracaso, en lugar de concentrarse sólo en la prevención del fracaso. Las técnicas de manejo de fallas se dividen en dos categorías:

- *Tareas proactivas*: estas son las tareas llevadas a cabo antes de que ocurra una falla, con el fin de evitar que el tema de entrar en un estado fallido. Se abrazan lo que se conoce tradicionalmente como "predictivo" y el mantenimiento "preventivo", aunque veremos más adelante que RCM utiliza los términos previstos restauración programada de descartes y mantenimiento en condiciones
- *Acciones predeterminadas*: éstos trato con el Estado fallido, y se eligen cuando no es posible identificar una tarea proactiva eficaz. Acciones predeterminadas incluyen la falta de investigación, rediseño y deteriorado hasta el fallo.

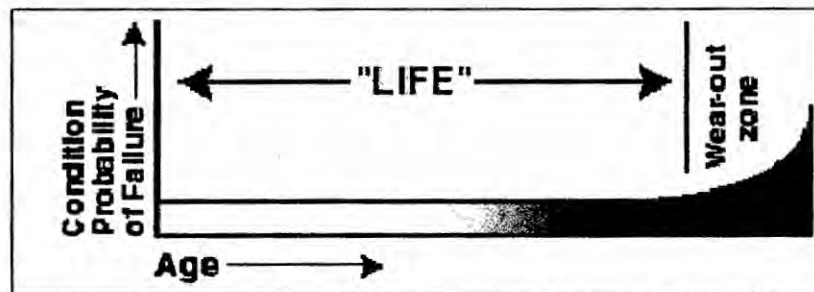
### **Tareas proactivas**

Muchas personas todavía creen que la mejor manera de optimizar la disponibilidad de la planta es hacer algún tipo de mantenimiento proactivo de forma rutinaria. Segunda Generación sabiduría sugiere que esta debe



consistir en reparaciones de sustitución de componentes a intervalos fijos. La Figura 19 ilustra la falla en intervalo fijo.

**FIGURA 19 - PERSPECTIVA TRADICIONAL DE LA FALLA**



Fuente: Libro "Reliability Centered Maintenance"

Esta figura se basa en la suposición de que la mayoría de los elementos funcionan de forma fiable durante un período de tiempo "LIFE" y luego se desgastan. El pensamiento clásico sugiere que extensos registros sobre fallas nos permitirán determinar y planear acciones preventivas poco antes de la falla en el futuro. Este modelo se aplica a ciertos tipos de equipo simple, y para algunos elementos complejos con modos de fallo dominantes. En particular, se agotan características se encuentran a menudo en que el equipo entra en contacto directo con el producto. Los fallos relacionados con la edad también se asocian a menudo con la fatiga, la corrosión, a la abrasión y la evaporación.

Sin embargo, el equipo en general es mucho más complejo de lo que era hace veinte años. Esto ha dado lugar a cambios sorprendentes en los patrones de falla, como se muestra en la Figura 20. Los gráficos muestran la

probabilidad condicional de falla contra la edad de funcionamiento para una variedad de artículos eléctricos y mecánicos.

**FIGURA 20 - SEIS PATRONES DE FALLA**



Fuente: Moubray

*El patrón A* es la curva de la bañera bien conocido. Se inicia con una alta incidencia de fallo (conocido como la mortalidad infantil) seguido por una probabilidad condicional constante o creciente gradualmente de fallo, a continuación, por una zona de desgaste.

*El patrón B* muestra constante o creciente lentamente condicional probabilidad de fallo, que termina en una zona de desgaste (la misma que la figura 13).

*El patrón C* muestra cómo va aumentando lentamente probabilidad condicional de falla, pero no hay una edad de desgaste identificable.

*El patrón D* muestra baja probabilidad condicional de falla cuando el artículo es nuevo o simplemente salir de la tienda, y luego un rápido aumento a un nivel constante.

*El patrón E* muestra una probabilidad constante condicional de falla en todas las edades (fallo aleatorio).

*El patrón F* comienza con una elevada mortalidad infantil, que cae finalmente a una probabilidad condicional constante o creciente muy lentamente hacia la falla.

Los estudios realizados en aeronaves comerciales mostraron que un 4% de los elementos correspondían al patrón A, 2% de B, 5% de C, 7% a D, 14% a E y no menos de 68% al patrón F. (El número de veces de estos patrones se producen en las aeronaves, no quiere decir que necesariamente ocurra lo mismo en otras industrias. Pero no hay duda de que a medida que los activos se vuelven más complejas, encontramos más de los patrones E y F.)

Estos hallazgos contradicen la creencia de que siempre hay una conexión entre la fiabilidad y la edad de funcionamiento. Esta creencia llevó a la idea de que cuanto más a menudo un elemento se revisó, menos probable es que falle. Hoy en día, esto es raramente verdad. A menos que haya un

modo de fallo dominante relacionado con la edad, los límites de edad hacen poco o nada para mejorar la fiabilidad de los elementos complejos. De hecho revisiones programadas en realidad puede aumentar las tasas globales de fallo mediante la introducción de la mortalidad infantil en los sistemas de otra manera estables.

El conocimiento de estos hechos ha llevado a algunas organizaciones a abandonar la idea de un mantenimiento proactivo por completo. De hecho, esto puede ser lo que se debe hacer por fallas con consecuencias menores. Pero cuando las consecuencias de las fallas son importantes, hay que hacer algo para prevenir o predecir los fracasos, o al menos a reducir las consecuencias. Esto nos lleva de nuevo a la cuestión de las tareas proactivas. Como se mencionó anteriormente, RCM divide las tareas proactivas en tres categorías, de la siguiente manera:

- Tareas de reacondicionamiento cíclicas.
- Tareas de sustitución cíclica.
- Tareas a condición.

#### ***Tareas de reacondicionamiento y sustitución cíclica***

El reacondicionamiento cíclico implica refabricar un componente o reparar un conjunto antes de una determinada edad, independientemente de su condición en el momento. Del mismo modo, sustitución cíclica

implica deshacerse de un componente antes de un límite de vida determinado, independientemente de su condición en ese momento.

En conjunto, estos dos tipos de tareas ahora se conocen generalmente como el mantenimiento preventivo. Solían ser de lejos la forma más utilizada de mantenimiento proactivo. Sin embargo, por las razones expuestas anteriormente, se utilizan mucho menos ampliamente de lo que eran hace veinte años.

### **Tareas bajo condiciones**

La necesidad permanente para prevenir ciertos tipos de falla, y la creciente incapacidad de las técnicas clásicas de hacerlo, están detrás del crecimiento de nuevos tipos de manejo de fallas. La mayoría de estas técnicas se basan en el hecho de que la mayoría de los fallos dan una advertencia del hecho de que están a punto de ocurrir. Estas advertencias se conocen como fallas potenciales, y se definen como las *condiciones físicas identificables que indican que una falla funcional está a punto de ocurrir o está en proceso de ocurrir.*

Las nuevas técnicas se utilizan para detectar los posibles fallos y que se puedan tomar medidas para evitar las consecuencias que podrían ocurrir si transformaran en fallas funcionales. Se llaman las tareas bajo condiciones porque los equipos se dejan en el servicio con la condición de que continúen cumpliendo con los estándares de rendimiento

deseados. (Mantenimiento en condición incluye el mantenimiento predictivo, mantenimiento basado en la condición y la monitorización de estado.) Se usa apropiadamente, las tareas bajo condiciones son una muy buena manera de gestionar los fallos, pero también pueden ser una costosa pérdida de tiempo. RCM permite tomar decisiones en este ámbito con buena certeza.

### **Acciones por defecto**

RCM reconoce tres categorías principales de acciones por defecto, de la siguiente manera:

**Búsqueda de fallas:** las tareas de búsqueda de fallas implican la comprobación funciones ocultas periódicamente para determinar si han fallado (mientras que las tareas basadas en condiciones implican comprobar si algo está fallando).

**Rediseño:** rediseño implica hacer cualquier cambio de una sola vez a la capacidad incorporada de un sistema. Esto incluye modificaciones en el hardware y también cubre los cambios de una vez-off en los procedimientos.

**Sin mantenimiento programado:** como su nombre lo indica, este defecto implica hacer ningún esfuerzo para anticipar o prevenir los modos de fallo a los que se aplica, por lo que esos fracasos son simplemente permite que ocurra y luego reparado. Este defecto también se llama *carrera-al fracaso*.

**El proceso de RCM selección de tareas:** Una gran fuerza de RCM es la forma en que se proporcionan criterios simples, precisos y fáciles de comprender para decidir cuál (si alguna) de las tareas proactivas es técnicamente factible en cualquier contexto, y si es así para decidir con qué frecuencia debe hacerse y quién debe hacerlo ellos.

Sea o no una tarea proactiva es técnicamente posible se rige por las características técnicas de la tarea y de la incapacidad que se tiene la intención de prevenir. Si vale la pena hacerlo se rige por lo bien que se ocupa de las consecuencias del fracaso. Si una tarea proactiva no se puede encontrar lo que es técnicamente factible y vale la pena hacerlo, se debe tomar acción por defecto entonces adecuado. La esencia del proceso de selección de tareas es la siguiente:

- Por fallas ocultas, una tarea proactiva vale la pena hacerlo si se reduce el riesgo de la falla múltiple asociada con la función a un nivel aceptablemente bajo. Si tal tarea no se puede encontrar a continuación, debe llevarse a cabo una tarea de búsqueda de fallas programada. Si una tarea de búsqueda de fallas adecuado no puede ser encontrado, entonces la decisión por defecto secundario es que el tema puede tener que ser re-diseñado (en función de las consecuencias de la falla múltiple).
- Por fallas con consecuencias para la seguridad o el medio ambiente, una tarea proactiva es sólo vale la pena si se reduce el riesgo de que el fracaso en su propia a un nivel muy bajo de hecho, si no lo elimina por

completo. Si una tarea no puede ser encontrada que reduce el riesgo de la falta de un nivel aceptablemente bajo, el artículo debe ser rediseñado o el proceso debe ser cambiado.

- Si la falla tiene consecuencias operacionales, una tarea proactiva es sólo vale la pena si el coste total de hacerlo durante un período de tiempo es menor que el costo de las consecuencias operacionales y el costo de reparación durante el mismo periodo. En otras palabras, la tarea debe estar justificada por razones económicas. Si no se justifica, la decisión inicial por defecto es sin mantenimiento programado. (Si esto ocurre y las consecuencias operacionales siguen siendo inaceptables entonces la decisión por defecto secundario es nuevo rediseño).
- Si una falla tiene consecuencias no operacionales una tarea proactiva es sólo vale la pena si el costo de la tarea durante un período de tiempo es menor que el costo de reparación durante el mismo periodo. Así pues, estas tareas también deben estar justificadas por razones económicas. Si no se justifica, la decisión inicial por defecto es de nuevo sin mantenimiento programado, y si los costos de reparación son muy altos, la decisión por defecto secundario es una vez más el rediseño.

Este enfoque significa que las tareas proactivas sólo se especifican para las fallas que realmente los necesitan, lo que a su vez conduce a reducciones sustanciales en las cargas de trabajo de rutina. Esta rutina de



trabajo también significa que las tareas pendientes son más que probable que se realice correctamente. Esto, junto con la eliminación de tareas contraproducentes conduce a un mantenimiento más eficaz. Compare esto con el enfoque tradicional para el desarrollo de políticas de mantenimiento.

#### 2.2.13. Análisis de modo y efecto de falla (AMEF)

El Análisis de modo y efecto de falla (AMFE - Failure Mode and Effects Analysis) es una metodología analítica utilizada para asegurar que los problemas potenciales han sido considerados y abordados a lo largo del ciclo de desarrollo de un proceso. FMEA ayuda a:

- Descubre los posibles fallos, sus posibles mecanismos de causa y los riesgos potenciales en un producto o proceso
- Desarrollar acciones que reduzcan el riesgo de falla.

#### 2.2.14. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo (PM) siglas en inglés, tiene los siguientes significados:

- A. El cuidado y el mantenimiento por parte de personal con el fin de mantener los equipos e instalaciones en condiciones satisfactorias de operación al prever la inspección sistemática, la detección y

corrección de fallos incipientes ya sea antes de que ocurran o antes de que se convierten en defectos importantes.

- B. Mantenimiento en que se incluyen pruebas, mediciones, ajustes y reemplazo de piezas, realiza específicamente para prevenir fallas que se produzcan.

El objetivo principal del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de la falla del equipo. Esto puede ser mediante la prevención de la falla antes de que realmente ocurra, mediante un Mantenimiento Programado y Mantenimiento Basado en Condición. Que está diseñado para preservar y restaurar la confiabilidad del equipo, sustituyendo los componentes desgastados antes de que realmente fallan. Actividades de mantenimiento preventivo incluyen las revisiones parciales o totales en los periodos especificados, cambios de aceite, lubricación, etc. Además, los trabajadores pueden registrar el deterioro del equipo para que sepan para reemplazar o reparar las piezas desgastadas antes de que provoquen un fallo del sistema. El programa de mantenimiento preventivo ideal sería evitar todo fallo del equipo antes de que ocurra.

El mantenimiento preventivo se puede dividir en dos subgrupos:

- Mantenimiento planificado y
- Mantenimiento basado en la condición.

La principal diferencia de los subgrupos es la determinación de mantenimiento de tiempo, o la determinación de momento en que se debe realizar el mantenimiento.

Mientras que el mantenimiento preventivo se considera generalmente que es la pena, hay riesgos, como la falla del equipo o error humano implicado al realizar el mantenimiento preventivo, como en cualquier operación de mantenimiento.

El mantenimiento preventivo como revisión programada o reemplazo programado ofrece dos de las tres políticas de manejo de fallas activas disponibles para el ingeniero de mantenimiento.

#### 2.2.15. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo (PdM) siglas en inglés, son técnicas que están diseñadas para ayudar a determinar el estado de los equipos en servicio con el fin de predecir cuándo se debe realizar el mantenimiento. Este enfoque promete ahorros de costes en la rutina o en función del tiempo de mantenimiento preventivo, ya que las tareas se llevan a cabo sólo cuando sea necesario.

EL mantenimiento predictivo nos permitir la programación conveniente de mantenimiento correctivo, y para prevenir fallas en los equipos inesperados. La clave es "la información correcta en el momento correcto". Al saber que el equipo necesita mantenimiento,

el trabajo de mantenimiento se puede planificar mejor (repuestos, personas, etc) y lo que habría sido "paradas no planificadas" se transforman en "paradas programadas" más cortos y menos, lo que aumenta la disponibilidad de la planta.

Otras ventajas potenciales incluyen una mayor vida útil del equipo, mayor seguridad del equipo en la planta, un menor número de accidentes con impacto negativo en el medio ambiente, y las piezas de repuesto optimizadas manipulación.

#### 2.2.16. Codificación de equipos

La codificación de equipos es un parte importante dentro de una planta industrial, ya que nos permite una clara identificación. En Centrales Térmicas, en casi todas, se han adoptado un sistema de codificación estándar denominado KKS<sup>11</sup>, y todos los elementos que integran la planta tienen su correspondiente código.

En consideración a las diversas necesidades que se presentan en la identificación de plantas, unidades de las mismas y equipos en plantas de energía, el sistema KKS propone tres tipos diferentes de claves:

---

<sup>11</sup> KKS: Krafwerk Kennzeichen System, un sistema de identificación y clasificación de equipos y componentes en plantas de energía y proceso. (Fuente: "OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CENTRALES DE CICLO COMBINADO", Autor: Santiago García Garrido, año2008, pag. 91)

- Clave relacionada al proceso

Identificación relacionada al proceso de sistemas y piezas del equipo de acuerdo con sus funciones en la ingeniería mecánica, civil, eléctrica, de control e instrumentación.

- Clave del punto de instalación

Identificación de los puntos de instalación del equipo eléctrico, de control e instrumentación en unidades de equipos.

- Clave del lugar de instalación

Identificación del lugar de instalación en edificios, pisos y salas así como en áreas de protección contra fuego y localizaciones topográficas.

Estos tres tipos de claves utilizan el mismo esquema de identificación, que se subdivide en cuatro niveles de clasificación, como indicado en lo sucesivo:

**TABLA 04 - CUADRO DE CODIFICACIÓN DE ACTIVOS**

No. de serie de los niveles clasificados	0	1	2	3
Identificación relacionada al proceso	Planta total	Clave del sistema	Clave de la unidad de equipo	Clave de equipos y medios de servicio
Identificación del punto de instalación	Planta total	Clave del equipo a instalar	Clave del punto de instalación	
Identificación del lugar de instalación	Planta total	Clave de edificio	Clave del lugar	

Fuente: Elaboración propia

La clave está compuesta por niveles de clasificación. Cada uno de estos niveles de clasificación se compone de elementos de clasificación y de numeración, los cuales consisten en símbolos alpha y símbolos numéricos:

**TABLA 05 - POSICIÓN DE LOS EQUIPOS**

No. de serie de los niveles de clasificación	0	1	2	3
Designación del carácter de datos	G	F <sub>0</sub> F <sub>1</sub> F <sub>2</sub> F <sub>3</sub> F <sub>N</sub>	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>N</sub> A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>N</sub>
Tipos del carácter de datos	A o N	N A A A NN	A A NNN A	A A NN

Fuente: Elaboración propia

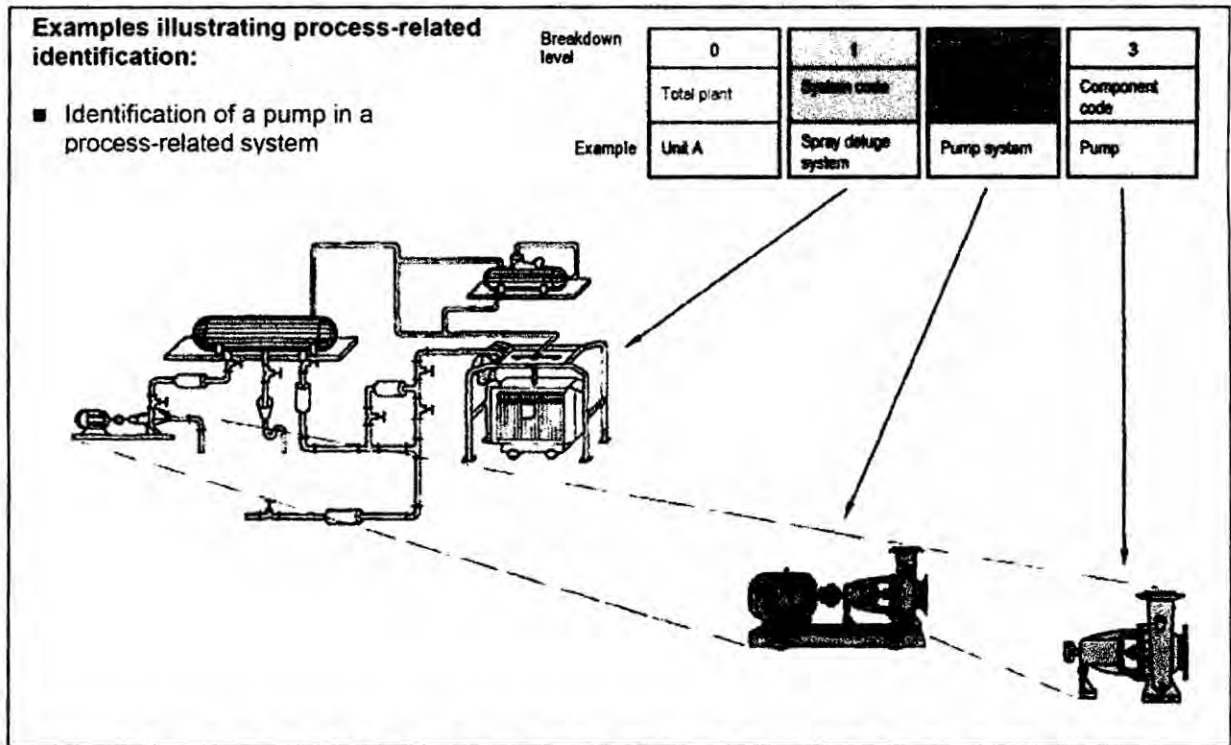
A = señales alfa (mayúsculas latinicas sin Entradas (I), Salidas (O) y señales especiales)

N = señales numéricas (números arábigos)

El texto del presente documento contiene, para plantas convencionales de energía, las partes esenciales de la clave de función, de la unidad de equipo y de equipos y medios de servicio.

Los caracteres que indican una clasificación numérica en modo normal se fijan para cada planta o modo de aplicación en parte.

**FIGURA 21 - PROCESO DE CODIFICACIÓN DE EQUIPOS**



Fuente: "Reprint of KKS – Identificación System for Power Planta" Autor:SIEMENS

### 2.3. Definiciones de términos u otros contenidos.

#### 2.3.1. Definiciones

**Ciclo Simple:** Proceso termodinámico también llamado ciclo Brayton que consiste en una etapa de compresión (compresor), de calentamiento (cámara de combustión) y de expansión (turbina). Este ciclo es abierto ya que el aire que ingresa por el compresor, después de terminar el ciclo no retorna al compresor, es enviado al medio ambiente.

**Ciclo Combinado:** Proceso termodinámico en el que se combinan el ciclo Brayton anteriormente definido y el ciclo Rankine que consiste en generar vapor de agua con la ayuda de los gases calientes de

escape provenientes del ciclo Brayton. El vapor de agua se utiliza para generar energía mediante una turbina de vapor. Luego el vapor es condensado y el condensado (agua), es llevado nuevamente al ciclo para ser calentado.

**Gas natural:** Es una de las varias e importantes fuentes de energía no renovables formada por una mezcla de gases y componentes ligeros que se encuentra en yacimientos de petróleo, disuelto o asociado con el petróleo (acumulación de plancton marino) o en depósitos de carbón. En Perú contamos con la reserva de gas de Camisea.

**Carga normalizada:** La eficiencia de la turbina, se mide en %

**Agua desmineralizada (demi):** Es el agua a la cual se le quitan los minerales y las sales. Se utiliza cuando se requiere agua con bajo contenido en sal o baja conductividad. En Kallpa el agua es utilizada el ciclo combinado y para el lavado de compresores.

**Conductividad:** La conductividad de una sustancia se define como la habilidad o poder de conducir o transmitir calor, electricidad o sonido. Las unidades son estándar por metro [S/m] en sistema de medición SI. En Kallpa se utiliza el sistema de medición internacional.

**La Confiabilidad:** es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un período determinado, bajo condiciones específicas.



**La Disponibilidad:** es la proporción de tiempo durante la cual un sistema o equipo está en condiciones de ser usado.

**La Mantenibilidad:** es la probabilidad de que una máquina, equipo o un sistema pueda ser reparado a una condición especificada en un período de tiempo dado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados con anterioridad.

**La Seguridad:** está referida a la integridad del personal, instalaciones, equipos, sistemas, máquinas y sin dejar de lado el medio ambiente.

**El tiempo de entrega:** y el cumplimiento de los plazos previstos son variables que tienen también su importancia, y para el mantenimiento, el tiempo es un factor preeminente.

**Infor EAM:** Software de gestión.

**Gestión:** Es la asunción y ejercicio de responsabilidades sobre un proceso (es decir, sobre un conjunto de actividades) lo que incluye; La preocupación por la disposición de los recursos y estructuras necesarias para que tenga lugar. La coordinación de sus actividades (y correspondientes interacciones). La rendición de cuentas ante el abanico de agentes interesados por los efectos que se espera que el proceso desencadene. También se entiende por gestión al conjunto de trámites a realizar para resolver un asunto.

**KKS:** Codificación de activos dentro de la plantas Termoeléctrica.

**ERM:** Estación de regulación y medición.

**Gas Yard:** Denominación en ingles de la estación de gas natural o ERM.

### 2.3.2. Normatividad

#### **A. NORMA NORSOK STANDARD Z-008**

El propósito de esta norma NORSOK es establecer una base para la preparación y la optimización de los programas de mantenimiento para instalaciones nuevas y en servicio de petróleo y gas. Esta norma NORSOK describe un proceso de trabajo eficiente y racional que resulta en un programa de mantenimiento optimizado basado en el análisis de riesgos y de los principios de costo-beneficio. Como base para las evaluaciones de riesgo y establecimiento de actividades de mantenimiento, este soporte estándar NORSOK el uso de la experiencia de operación y mantenimiento práctico, siempre esta experiencia está documentada por los tipos relevantes del equipo de la planta.

#### **B. METODOLOGÍA RBI**

La base teórica en la que se fundamenta la metodología RBI, desarrollada por el American Petroleum Institute, se encuentra descrita en una serie de normas API, entre las cuales cabe destacar las normas API 580: Risk Based Inspection y API 581: Risk Based Inspection (RBI). Los buenos resultados obtenidos en las

experiencias realizadas están haciendo que muchos sectores de la industria, en particular los sectores del refino o de la petroquímica, se estén sumando a la implantación de esta técnica.<sup>12</sup>

### **C. NORMA SAE JA 1011 y SAE JA 1012**

En lo referente a la Norma SAE JA 1011 (Anexo 02), se dice que esta no presenta un proceso RCM estándar. Su título es: “Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”. Este estándar muestra criterios con los cuales se puede comparar un proceso. Si el proceso satisface dichos criterios, se lo considera un “proceso RCM”, caso contrario no lo es. (Esto no significa necesariamente que los procesos que no cumplan con el estándar SAE RCM no resulten válidos para la formulación de estrategias de mantenimiento. Sólo quiere decir que no se le debe aplicar el término RCM a los mismos.)

Por su parte, en la norma SAE JA 1012 , se establece que es una guía para la norma del RCM, pero no intenta ser un manual ni una guía de procedimientos para realizar el RCM. Aquellos que desean aplicar RCM están seriamente invitados a estudiar la materia en mayor detalle, y a desarrollar sus competencias bajo la guía de Profesionales RCM experimentados. (Moubray, 2000)

---

<sup>12</sup> Fuente: Pagina web <http://goo.gl/MOXrd5>. Consultado: 01.05.14

**D. NORMA ASME B31.8-2003**

Capítulo V - Procedimiento de operación y mantenimiento.

De este capítulo usaremos todo lo relacionado al mantenimiento de tuberías de distribución y estaciones de regulación y medición de gas natural.

## CAPITULO III

### 3. VARIABLES E HIPOTESIS

#### 3.1. Variables de la investigación

Dentro de la presente investigación, se ha definido una variable independiente y otra dependiente, las cuales son:

- INDEPENDIENTE: Diseño de Plan de mantenimiento
- DEPENDIENTE: ERM

#### 3.2. Operacionalización de las variables.

Para la Operacionalización de las variables se ha elaborado el siguiente cuadro, donde podremos apreciar la relación de variables con indicadores y con su unidad de medida.

**TABLA 06 - OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

VARIABLES	INDICADORES	MEDICIÓN
INDEPENDIENTE: Plan de mantenimiento	Estudio de criticidad.	Ecuación de criticidad.
	Análisis de modos de falla.	Unidad nominal de cantidad de fallas.
	Tecnología del mantenimiento predictivo.	Unidad nominal de cantidad de pruebas.
	Actividades del plan de mantenimiento.	Unidad nominal de cantidad de actividades.
DEPENDIENTE: ERM	Equipo con mayor riesgo de falla	Unidad nominal de cantidad de equipos.
	Efecto de falla.	Unidad nominal de cantidad de efectos de falla.
	Modos de falla.	Unidad nominal de cantidad de modos de falla.
	Disminuir las fallas imprevistas.	Unidad nominal de cantidad de fallas imprevistas.

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Hipótesis

#### 3.3.1. Hipótesis general

El diseñar un plan de mantenimiento en base al estudio de criticidad y análisis de modos de falla usando el RCM aplicado a una ERM de una Central Termoeléctrica, permite lograr las mejores condiciones de operatividad de los equipos.

#### 3.3.2. Hipótesis específicas

1. Si se realiza el estudio de criticidad de los equipos de la ERM de gas natural, esta permite determinar el equipo con mayor riesgo de falla.
2. Si se realiza el análisis de modos de falla de los equipos de mayor criticidad de la ERM de gas natural, influye en determinar los efectos de falla.
3. Si se selecciona la tecnología de mantenimiento predictivo, se previene los modos de falla de los equipos de mayor criticidad que lo requieran.
4. La organización de las actividades de plan de mantenimiento para lograr que los equipos con mayor criticidad de la ERM de gas natural operen con mayor disponibilidad.

## CAPITULO IV

### 4. METODOLOGÍA

#### 4.1. Tipo de Investigación

Los resultados finales del este trabajo de investigación de mantenimiento se podrán aplicar múltiples ERM de gas natural de Centrales Termoeléctricas, por lo que podemos decir que esta investigación es del tipo tecnológica aplicada.

#### 4.2. Diseño de la investigación

En este trabajo de investigación se está planteando un diseño de investigación no experimental de recolección de datos en un tiempo dado, por lo que se centrara el cumplimiento de los objetivos, y así plantear el plan de mantenimiento de los equipos con alta criticidad de la ERM de gas natural.

##### 4.2.1. Parámetros básicos de investigación.

Para la investigación realizada se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros, definidos con las jefaturas de la planta (Mantenimiento y Operaciones):

- Criticidad
- Flexibilidad operacional.
- Efectos de fallo
- Costos de reparación
- Impacto en la seguridad, higiene y medio ambiente.
- Frecuencia de fallo.

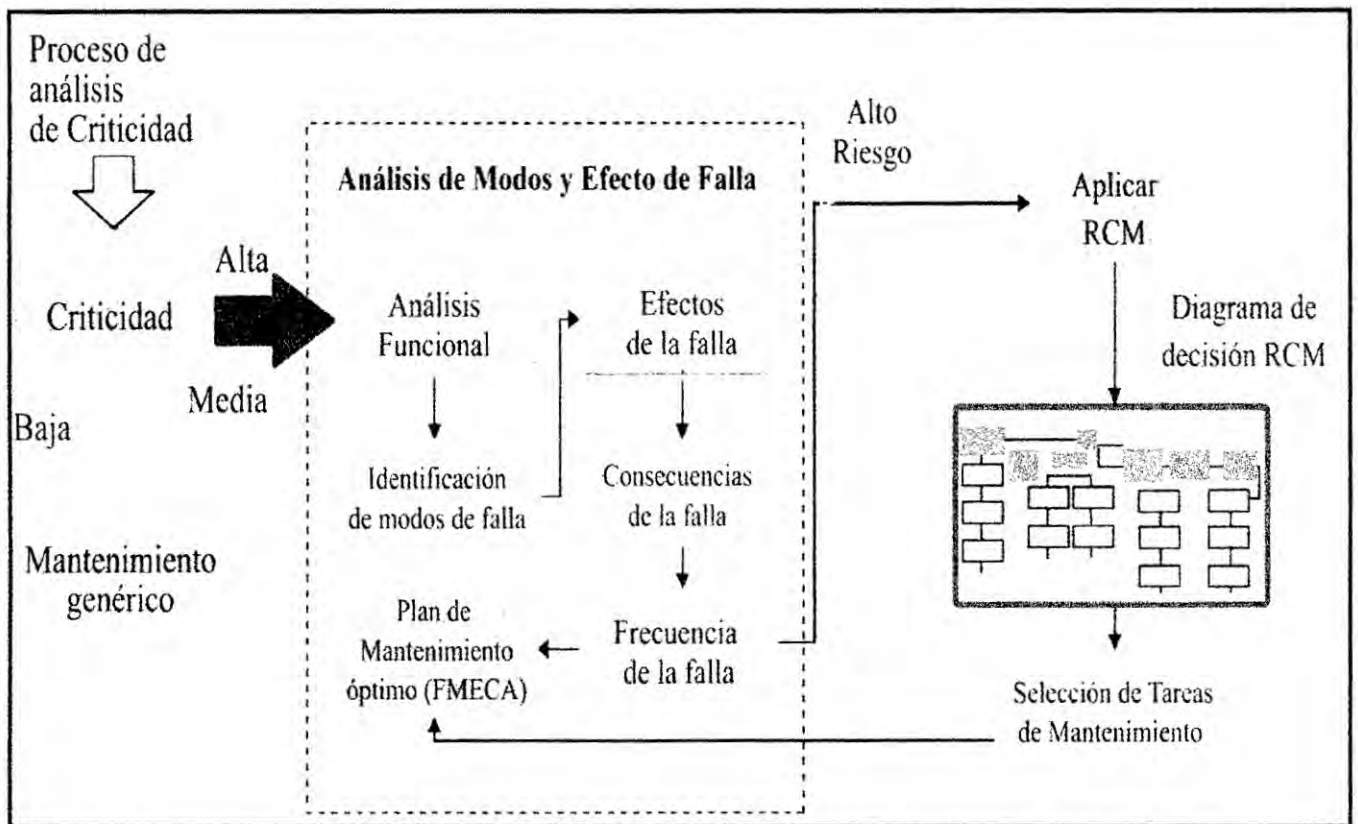
#### 4.2.2. Etapas de la investigación

- 1º. Diagnóstico del estado actual del mantenimiento en la ERM de gas natural.
- 2º. Listado y codificación de equipos faltantes.
- 3º. Análisis de criticidad de los equipos de la ERM de gas natural.
- 4º. Listado de funciones y sus especificaciones.
- 5º. Determinación de fallos funcionales.
- 6º. Determinación de modos de fallo.
- 7º. Estudio de las consecuencia de los fallos.
- 8º. Determinación de medidas preventivas y/o predictivas con el diagrama de decisión RCM.
- 9º. Agrupación de las medidas preventivas y/o predictivas.



Todo esto lo podemos resumir en este diseño de plan, en la siguiente figura, donde se ha esquematizado las etapas que debemos seguir para lograr un plan de mantenimiento que nos de confiabilidad a los equipos, donde se ha hecho uso de la metodología RCM que resulta ser una herramienta indispensable en industrias que buscan alta confiabilidad.

**FIGURA 22 - DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO RCM**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3. Detalles de la investigación

1º. Diagnóstico del estado actual del mantenimiento.

Como parte inicial del trabajo, es necesario el diagnóstico del estado actual del mantenimiento que se realiza.

Se ha tomado las conclusiones del diagnóstico realizado a la Planta (Kallpa Generación) por la consultora internacional PMM Institute For Learning, el informe presentado tiene por nombre “INFORME – 3PS NIVEL DE PERCEPCIÓN ACERCA DEL MANTENIMIENTO” (Anexo 03).

Para la realización de esta etapa, se tuvo la participación del personal de planta, a quienes se les encuestó con 60 preguntas, a un total de 34 personas que laboran en la planta y todas las que están involucradas en el mantenimiento.

Definidos por la consultora según sus estándares manejados en el informe presentado. Los resultados de este diagnóstico de mantenimiento a la planta.

En la Tabla 7 se puede apreciar de forma clara el estado en el que se encuentra la actual gestión del mantenimiento. Los que nos ayudara a realizar de mejor manera nuestro trabajo de investigación para el diseño del plan de mantenimiento.

TABLA 07 - PERCEPCIÓN DEL MANTENIMIENTO

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

Fuente: PMM Institute For Learning

## 2º. Listado y codificación de equipos

De los 82 equipos de la ERM de gas natural críticos, se ha realizado una codificación KKS a 16 equipos que no tenían codificación, entre equipos mecánicos, eléctrico y de instrumentación y control. (Anexo 04).

**TABLA 08 - EQUIPOS CON CODIFICACIÓN NUEVA**

Equipos en Gas Yard - Central Termoeléctrica Kallpa	
Activo	Descripción
10EKG10AA301	ISOLATION MANUAL VALVE
11EKC10AN001-Q01	DEW POINT HEATER FORCED FAN MOTOR BOARD
11EKC51AA104	PCV2102 DPH MAIN GAS REGULATOR VALVE
11EKC51AA105	PCV2103 DPH GAS REGULATOR VALVE
11EKC51AA191	PSV2101 DPH GAS FILTER RELIEF VALVE
11EKC51AA193	PSV2002 WATER BATH OVER PRESSURE RELIEF VALVE
11EKC51AA301	ELECTRIC HEATER INLET MANUAL VALVE
11EKC51AA302	ISOLATION MANUAL VALVE TO PI2103
11EKC51AT001	DPH GAS SCRUBBER FILTER
11EKC51BC001	BIC2101 COMBUSTION CONTROLLER
11EKC51BE001	BE2101 FLAME SCANNER
11EKC51BZ001	XS2101 DPH IGNITOR
11EKC51CF002	FCV2101 COMBUSTION AIR FLOW CONTROL VALVE
11EKC51CL081	LSL2001 WATER BATH LOW LEVEL SWITCH
11EKC51CP081	PSL2101 MAIN GAS LOW PRESSURE SWITCH
11EKC51CP083	PSL2102 COMBUSTION AIR LOW PRESSURE SWITCH

Fuente: Elaboración propia

## 3º. Análisis de criticidad de los equipos de la ERM de gas natural.

Para poder definir los equipos críticos en la ERM, se ha realizado un análisis preliminar de criticidad de los equipos de la estación, por lo que se ha usado la metodología de la norma

NORSOK STANDARD Z-008, ya que es muy utilizada en industrias del petróleo y el gas.

La base fundamental de este enfoque es el establecimiento de un sistema de puntos para valorar la criticidad; y de una matriz cuyos rangos de frecuencia y consecuencia se expresan en “puntos”.

Asimismo se está usando la matriz de riesgo de la metodología IBR (Risk Based Inspection), que consiste en evaluar el riesgo de cada uno de los equipos que forman parte de la instalación, orientando sus resultados a la gestión del mantenimiento de los mismos. Se compone a su vez de:

- **Evaluación de consecuencias:** mediante estimación de costes asociados a daños al medio ambiente, sobre la salud de las personas (tanto de trabajadores como de poblaciones cercanas), a equipos, socioeconómicos y pérdida de producción (lucro cesante).
  
- **Evaluación de la probabilidad de fallo (veces/año):** identificando los posibles mecanismos de fallo (corrosión, fatiga mecánica, fragilización, daños externos, etc.), determinando la probabilidad genérica de fallo y aplicando factores de corrección que tengan en cuenta las particularidades de la instalación

(características del proceso, sistemas de control disponibles, sistemas de gestión implantados, factores externos, etc.).

– **Evaluación del riesgo mediante matriz de riesgos.**

Esta etapa se desarrolló mediante la aplicación de la metodología BRAINSTORMING<sup>13</sup>, con la participación del personal de Operaciones (Gerente de Operaciones, Jefe del turno, Coordinador de Operaciones), personal de Mantenimiento (Gerente de Mantenimiento, Planificadores de Mantenimiento) y posterior Aprobación del listado por parte del Gerente de Planta.

La cantidad de activos hacen un total de 875 activos, por lo que fue necesaria la depuración de los mismos, ya que solo se han de considerar aquellos activos que puedan comprometer la continuidad operacional de la planta, y posterior clasificación acorde a su ubicación en los siguientes sistemas para facilitar el análisis.

La estructura de criticidad que provee la llamada “metodología de los puntos” tiene su origen en el movimiento de mejora de la confiabilidad de los procesos productivos que se inició en la

---

<sup>13</sup> “Metodología Brainstorming” conocida también como lluvia de ideas. Fuente: <http://goo.gl/SNVZ5N>

industria petrolera del Mar del Norte en la década del 90 [manual de criticidad de PDVSA - CIED] y hoy es ampliamente utilizada en la industria petrolera; por supuesto, con Múltiples adecuaciones y modificaciones<sup>14</sup>.

El método para evaluación de criticidad está compuesto de una tabla que agrupa los factores principales considerados del modelo, como lo son: Seguridad, Higiene, Ambiente (SHA), Flexibilidad Operacional, Efecto del fallo, Coste de reparación y Frecuencia de Fallos (Anexo 05).

Estos factores están compuestos por una serie de alternativas ponderadas, que han sido completados en una matriz. Concluida la evaluación, los resultados obtenidos son llevados a una ecuación que determina el nivel de criticidad del componente evaluado.

En cuanto al Peso y Ponderaciones, se equilibraron en 9 las máximas ponderaciones tanto del Efecto del fallo como el efecto en la Seguridad, Higiene y ambiente. Estos pesos son valores perceptivos a criterio de la Gerencia de Mantenimiento y Gerencia General de la Planta.

---

<sup>14</sup> Fuente: Documento "Análisis de criticidad integral de activos", pag.8, año: 2007. Autor: Edwin Gutierrez, Miguel Agüero y Ivanaska Calixto

**TABLA 09 - CRITERIO DE EFECTO DE FALLA**

2 EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)		
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un coste => 300.000 (USD)	9
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1
<b>Sub-Total</b>		

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 10 - CRITERIO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE**

4 IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)		
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2
4.3	Sin riesgo	0
<b>Sub-Total</b>		

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los costes de reparación se realizó, se definieron rangos de costo, de acuerdo a la realidad de la planta.

**TABLA 11 - CRITERIO DE COSTOS DE REPARACIÓN**

3 COSTES DE REPARACIÓN		
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0
<b>Sub-Total</b>		

Fuente: Elaboración propia

La ecuación base para el cálculo de criticidad en metodología de la NORSOK STANDARD Z-008 es la siguiente:

$$\text{CRITICIDAD} = \text{Frecuencia} \times [(\text{Producción} \times \text{Impacto}) + \text{Costo de Rep.} + \text{SHA}]$$



**TABLA 12 - FICHA DE EVALUACIÓN DE CRITICIDAD**

NOMBRE DEL EQUIPO		10EKG10AA005		
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCION (X)	TOTAL
<b>1 FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>				
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	X	4
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2		0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1		0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes /Dispone de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación	0		0
Sub-Total				4
<b>2 EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)</b>				
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un coste => 300.000 (USD)	9	X	9
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6		0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4		0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1		0
Sub-Total				9
<b>3 COSTES DE REPARACIÓN</b>				
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4		0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X	3
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2		0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1		0
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0		0
Sub-Total				3
<b>4 IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>				
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	X	9
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2		0
4.3	Sin riesgo	0		0
Sub-Total				9
<b>5 FRECUENCIA (NO CONFIABILIDAD)</b>				
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del complejo)	6		0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5		0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	X	3
5.4	Óptima = 0 Fallos	1		0
Sub-Total				3
<b>TOTAL</b> (Críticidad Total = Frecuencia * [Flexibilidad Operacional + Efecto del Fallo] + Coste de Reparación + Impacto en SHA)				<b>144</b>

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a realizar la criticidad de los equipos de la ERM, obteniendo como resultado 07 equipos con alta criticidad. 72 con baja criticidad y 3 criticidad mediana alta, de un total de 82 equipos analizados. Todos estos datos obtenidos a partir de las fichas de criticidad de cada equipo, se analizaron en la siguiente matriz de criticidad mostrada en la TABLA 13 - (Anexo 06)

**TABLA 13 - MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE CRITICIDAD**

TAG	DESCRIPCIÓN	(1) FLEXIBILIDAD OPERACIONAL				(2) EFECTOS DEL FALLA				(3) COSTOS DE REPARACIÓN				(4) TIEMPO DE REPARACIÓN			(5) PRECUCIONADO			SUBTOTAL	CRITICIDAD	
		4	2	1	0	9	8	4	1	4	3	2	1	0	9	8	0	6	5			3
GAS YARD		Sin modo alguno de operación; reparación mayor a 20 días				Si falla, se genera parada inmediata del sistema a su sistema. Pérdida de 300.000 USD				Mayor a 50.000 USD				Si falla, causa accidente (muerte o lesiones) y/o contaminación (herramienta o Emisiones)			Muy delicado a 3 años por alto (periodo de "avería" regularidad del campo)					
		Sin modo alguno de operación; reparación menor a dos días				Si falla, se genera la parada de equipo con efecto en el grupo. Pérdida: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD				Más de 10.000 USD hasta 50.000 USD				Si falla, ocasiona incidentes humanos y/o ambientales			Deficiente a 3 años más					
		Sin modo alguno de operación; el proceso se intermite por un tiempo que no le afecta los procesos siguientes.				Si falla, no genera parada inmediata del equipo. Pérdida: menor o igual a 50.000 USD				Menor de 1.500 USD				Si falla, NO genera ningún riesgo			Óptimo a 6 años					
		Provoca efecto de alguna manera los procesos siguientes / Dispone de equipo Replado a SPARE + Stand by o modo alternativo de operación				Si falla, no existe consecuencia en la producción u operación. Sin pérdidas																
		SUBTOTAL				SUBTOTAL				SUBTOTAL				SUBTOTAL			SUBTOTAL					
10EKG10AA005	Gas Yard Trip Valve	X				4	X			8	X			3	X		8		X		3	14
11EKS11AT001	FILTRO SEPARADOR CICLONICO I	X				4		X		8	X			4	X		2		X		3	30
12EKC21AC001	HEATER DE GAS DIRECTO #1			X	0			X		4	X			4	X		2	X			8	36
12EKC25AC001	HEATER DE GAS DIRECTO #2			X	0			X		4	X			4	X		2	X			8	36
12EKC29AC001	HEATER DE GAS DIRECTO #3			X	0			X		4	X			4	X		2	X			8	36
12EKS43AT001	FILTRO SEPARADOR CICLONICO H	X				4		X		8	X			4	X		2		X		3	30
12EKS12AC001	HEATER DE GAS YARD I		X			2		X		6	X		2		X	0			X		3	42

Fuente: Elaboración propia

4°. Listado de funciones y especificaciones.

Del análisis de criticidad se obtuvieron 6 equipos con alta criticidad los cuales son:

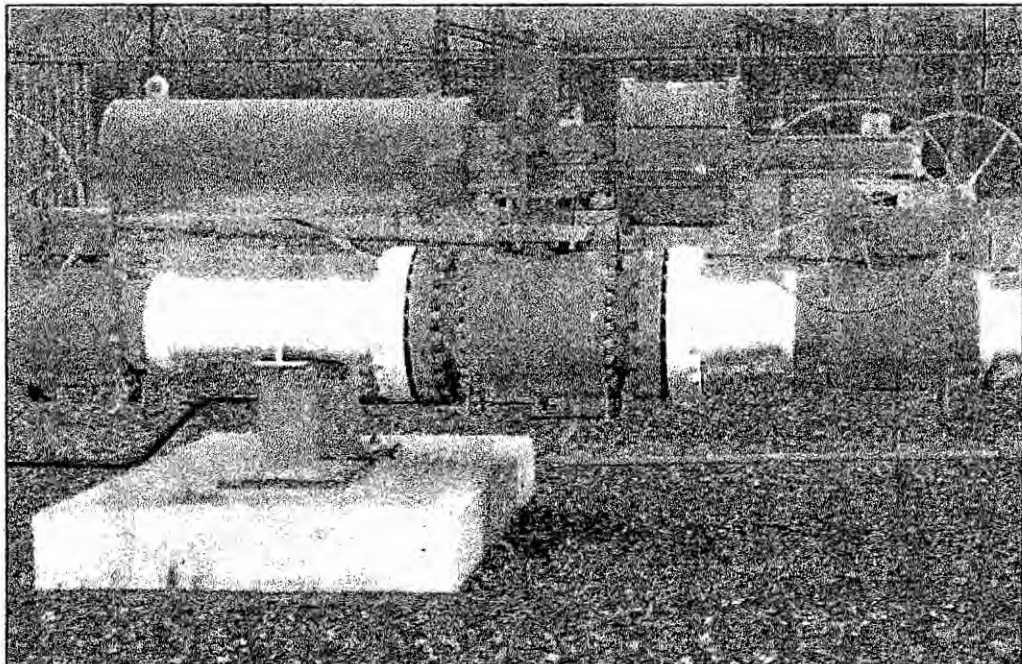
**Trip Valve:** Esta válvula tiene la codificación 10EKG10AA005. Es una válvula de protección de ingreso de gas, su función principal permitir el ingreso de gas a la ERM así

como el de cortar el flujo de gas ante cualquier falla. Ficha técnica (Anexo 07)

Condiciones de Operación:

- Presión de gas: 1200 – 1500 *psig*
- Temperatura después de la válvula: 66 – 80 °F
- Presión de aire: 122 – 132 *psig*

**FIGURA 23 - TRIP VALVE EN ERM**



Fuente fotográfica propia

**Heater de gas indirect (Calentadores de gas indirecto) – Gas**

**Yard II:** Tienen una codificación 12EKC01AC001, 12EKC05AC001, 12EKC08AC001. El calentador de gas indirecto opera en un baño de agua que está compuesto por una envuelta exterior aislada dentro del cual está instalado un

intercambiador de tubos en U, por los cuales fluye el gas y un tubo de fuego / humos en donde el gas natural es quemado; el objetivo de la unidad es quemar el gas por inyección directa para calentar el agua y con ella calentar el gas.

El sistema es operado bajo distintos rangos de presión; el intercambiador de tubos en U y su cabezal distribuidor está diseñado para la línea de gas principal, mientras que la envuelta y los tubos de fuego / humos para presión atmosférica.

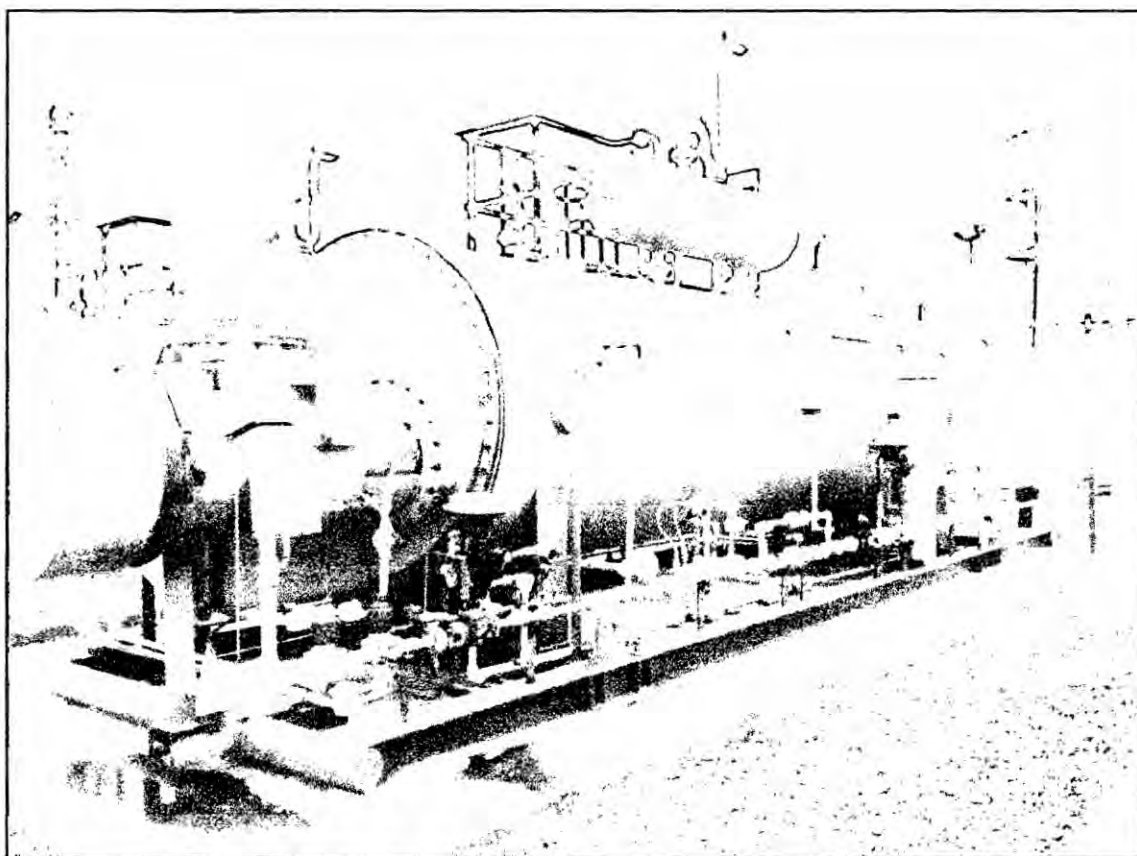
El gas ingresa al cabezal distribuidor del mazo de tubos en U y circula a través de los tubos sumergidos en el agua caliente incrementando gradualmente su temperatura; el agua enfriada alrededor de los tubos U sumergidos fluye hacia abajo y encuentra los tubos de Fuego / humos donde se calienta otra vez fluyendo hacia arriba hasta los tubos del mazo en "U".

El proceso está basado sobre la convección del agua sin ninguna bomba de circulación. En Gas Yard II existen tres calentadores de gas (A, B y C) cuyas condiciones de operación son las siguientes:

Condiciones de operación:

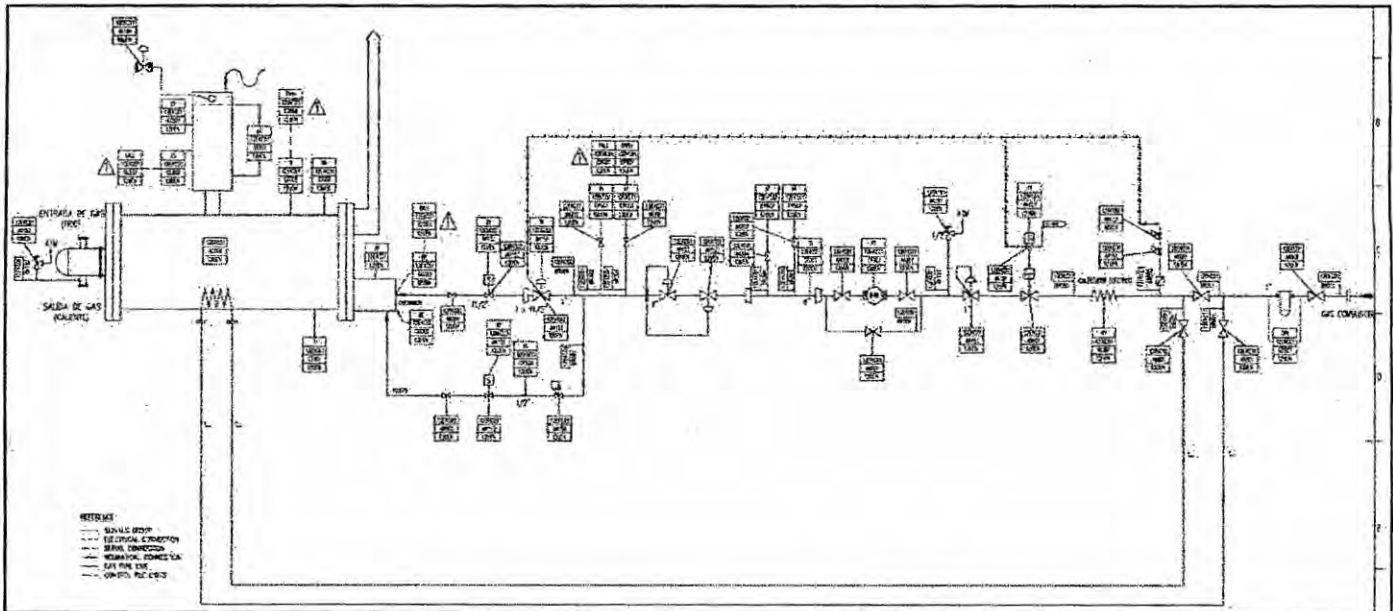
Presión Dif. filtro ingreso	mBar	0-0
Presión antes de Calent. Elect.	Barg	95-105
Presión después de Reg. Prim.	Barg	8-9
Presión después de Reg. Sec.	Barg	1-1.4
Presión regulada Piloto	Kpa	40-55
Nivel agua tanque expansión	%	50-100
Temperatura baño de agua	°C	52-65
SP Temp. baño de agua	°F	125-150
LEL	%	0-0

**FIGURA 24 - CALENTADOR DE GAS "C"**



Fuente fotográfica propia

**FIGURA 25 - DIAGRAMA P&ID DE CALENTADOR EN GAS YARD II**



Fuente: P&ID de ERM de Kallpa (Anexo 09)

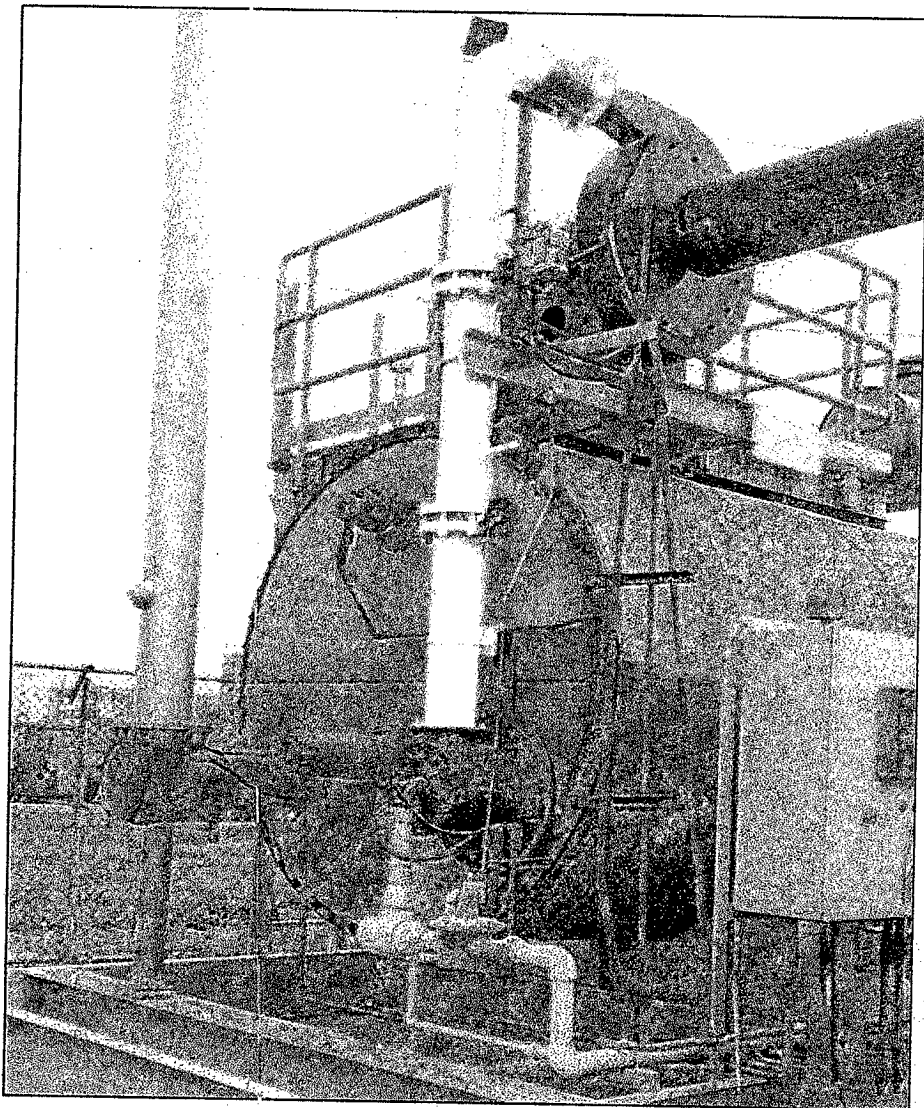
**Heater de gas indirect (Calentador de gas indirecto) – Gas Yard I:**

A diferencia de los Calentadores de Gas Yard II, se tiene un ventilador centrífugo, que inyecta aire de manera forzada durante el proceso de combustión. Este calentador indirecto es el más antiguo de la ERM, así como el que as fallas ha presentado desde la instalación de la ERM.

Temperatura de gas ingreso	°F	65-86
Temperatura de gas salida	°F	100-140
Nivel de agua	%	50-100
Temperatura de gases escape	°F	0-800
Señal de flama	%	50-80
Purga de gabinetes	P/O	-
Temperatura baño de agua	°F	150

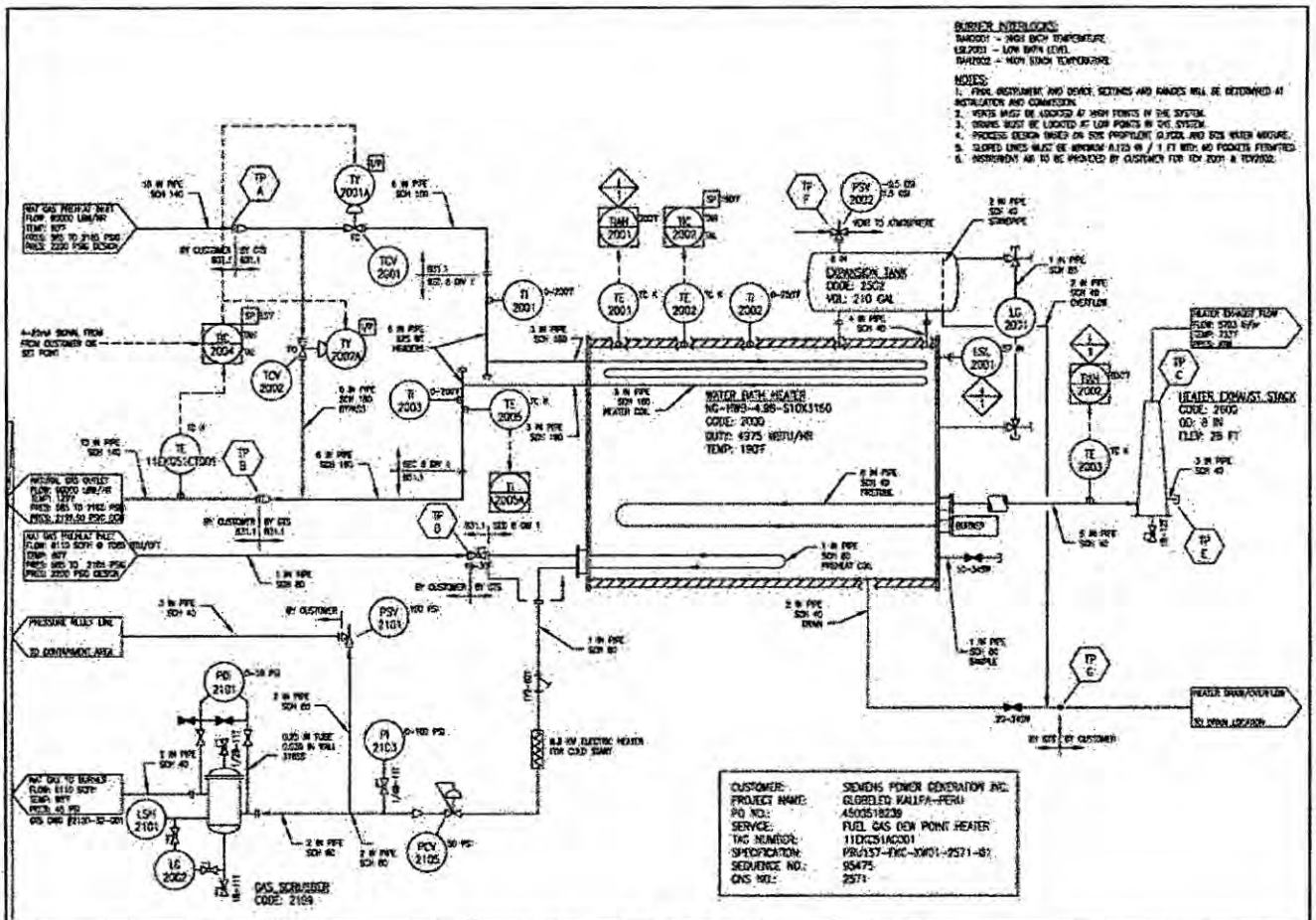
Presión despues Reg. Primaria	PSIG	55-70
Flujo de gas instantáneo	ft3/h	1500-2500
Presión Dif. filtro/separador	PSID	0-0/OK
Presión Reg. a Quemador	"H2O	50-54
Presión Reg. a Piloto	"H2O	11.4-13

**FIGURA 26 - CALENTADOR DE GAS YARD I**



Fuente fotográfica propia

**FIGURA 27 - DIAGRAMA P&ID DE CALENTADOR DE GAS YARD I**



Fuente: C.T Kallpa

### FILTRO SEPARADOR CICLONICO

Su codificación de este equipo es 11EKE21AT001 para Gas Yard I y 12EKE43AT001 para Gas Yard II.

Un separador ciclónico sirve para separar de forma preliminar las partículas del gas, sin el uso de un filtro de aire, utilizando un vórtice para la separación. Los efectos de rotación y la gravedad son usados para separar



mezclas de sólidos y fluidos. El método también puede separar pequeñas gotas de un líquido que contiene el gas.

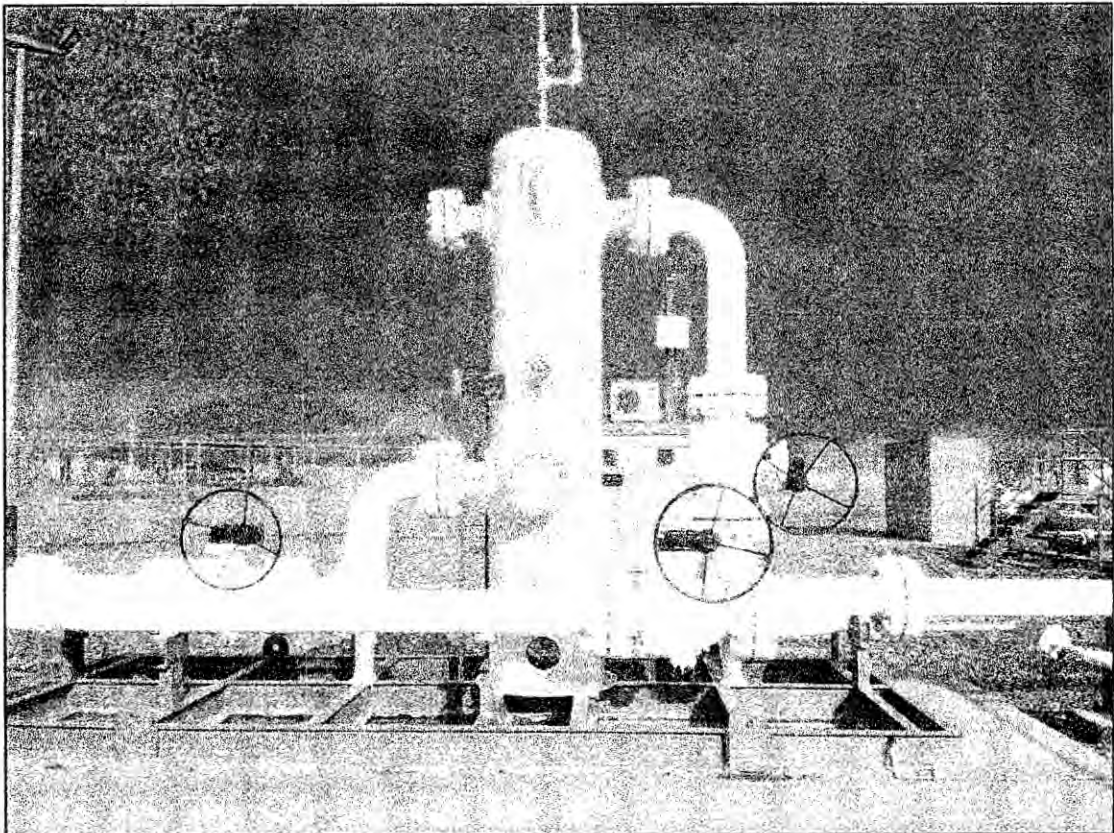
Una alta velocidad del flujo de aire se establece dentro del ciclón. El aire fluye en un patrón helicoidal, comenzando desde lo más alto (el final más ancho) del ciclón a lo más bajo (más estrecho) y finalizando en un flujo central ascendente que sale por el tubo de salida (en la parte más superior del ciclón).

Las grandes (y más densas) partículas en el flujo rotatorio tienen demasiada inercia para seguir la fuerte curva ascendente en la parte inferior del ciclón, y chocan contra la pared, luego caen hacia la parte más baja del ciclón donde pueden ser retiradas.

En el sistema cónico, el flujo de rotación se hace cada vez más estrecho, reduciendo cada vez más el radio del flujo, esto permite remover cada vez más partículas pequeñas. La geometría del ciclón, junto con su flujo volumétrico, define el punto de corte del ciclón.

Este es el tamaño de las partículas que serán retiradas del flujo con un 50% de eficiencia. Partículas más grandes que el punto de corte del ciclón serán retiradas con mayor eficacia, y partículas más pequeñas con menor eficacia.

**FIGURA 28 - FILTRO CICLÓNICO DE ERM**



Fuente fotográfica propia

#### 5º. Determinación de fallos funcionales.

Para determinación de fallos funcionales, se analizó el funcionamiento de acuerdo a lo mostrado en el marco teórico, evaluando el todas las posibilidad de falla ocasionadas por un mal funcionamiento de equipo. Para poder identificar las fallas funcionales, se elaboró un cuadro en donde podemos identificar todo tipo de falla funcional de acuerdo a las características de funcionamiento.

Colocando una codificación para la identificación de la falla funciona. Una función característica del equipo en análisis puede tener varias fallas funcionales. Como por ejemplo la función del Calentador de Gas Yard I es la de “elevar la temperatura del es gas”, por lo que una falla funcional sería el que no elevar la temperatura.

Así mismo pueden a ver varias funciones con varias fallas funcionales como se puede apreciar en el Anexo 08.

**TABLA 14 - DESCRIBIENDO FALLAS FUNCIONALES**

N°		SUB SISTEMA: CALENTADOR GAS YARD I	
		FUNCION	Falla Funcional
1	1	Elevar la temperatura del gas a 100 - 140 °F	A Temperatura de gas a la salida del calentador mayor a 140 F

Fuente: Elaboración propia

6°. Determinación de modos de fallo

Para la determinación de los modos de falla, se analizó casa falla funcional, en donde se determina un modo de falla por cada falla funcional. Así mismo cabe mencionar que se logró identificar todos los acontecimientos que tengan una probabilidad razonable de causar cada estado fallido.

**TABLA 15 - CUADRO DE MODOS DE FALLA**

SUB SISTEMA: CALENTADOR GAS YARD I		SUBSISTEMA: CALENTADOR DE GAS			
FUNCION		Falla Funcional		Modo de falla	
1	Elevar la temperatura del gas a 100 - 140 °F	A	Temperatura de gas a la salida del calentador mayor a 140 F	1	Inyección incontrolable de gas en el quemador
1				2	Sensor de temperatura no funciona
1				3	Reguladora de presión no funciona
1				4	Sistema de corte de gas inoperativo

Fuente: Elaboración Propia

7°. Estudio de las consecuencia de los fallos o efecto de fallo.

Después de analizar cada modo de fallo, podemos determinar las consecuencias ocasionadas por estos modos de fallo, estas consecuencias pueden ser insignificantes como agraves, así como estar relacionados con actividades operativas, no operativas, seguridad y medio ambiente.

Es importante poder tener bien identificadas las consecuencias, ya que esto nos ayudara a determinar qué medidas de condición se tomara para evitar algún tipo de falla.

**TABLA 16 - CUADRO DE EFECTO DE FALLA**

SUB SISTEMA: CALENTADOR GAS YARD I				
FUNCION		Falla Funcional	Modo de falla	Efecto de Falla
1	Elevar la temperatura del gas a 100 - 140 °F	A Temperatura de gas a la salida del calentador mayor a 140 F	1 Inyección incontrolable de gas en el quemador	Elevación de la temperatura del gas generaría sobrepresión en la línea y daños en la etapa de regulación, y ocasionaría corte del suministro de gas para evitar daños en los equipos durante su uso final.
1			2 Sensor de temperatura no funciona	Envío de señal errónea, lo que generaría que el quemador siga operando y elevaría la temperatura del agua que será transferida al gas natural.
1			3 Reguladora de presión no funciona	La presión de gas sería mayor, y ocasionaría una mala combustión por exceso de gas

Fuente: Elaboración propia

**8°. Determinación de medidas de mantenimiento**

Para la determinación de las medidas de mantenimiento se hace uso del Diagrama de Decisión RCM (Anexo 10), el uso de este diagrama lógico es una herramienta muy importante dentro del RCM, ya que no permite a decir que tipo de actividad de mantenimiento corresponde según cada modo de falla encontrado. Así como también nos permite identificar si a un modo de falla es aplicable o no una actividad de mantenimiento.

**TABLA 17 - HOJA DE DECISIÓN DEL RCM**

Referencia Informativa			Evaluación de consecuencia				H1	H2	H3	Tareas "a falta de"				Frecuencia Inicial	Actividad propuestas utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Personal
F	FM	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1	A	1	S	N	N	S	N	S					12 meses	Calibración anual de termocuplas	Especialista en I&C	
1	A	2	S	N	N	S	N	S					1 día	Comprobación de la temperatura	Operario	
1	A	3	S	N	N	S	N	S					12 meses	Contratación de reguladora de presión	Especialista en I&C	
1	A	4	S	N	N	S	N	S					12 meses	Pruebas de operatividad de válvula de corte de gas	Especialista en I&C	
1	B	1	S	S			S						6 meses	Inspección y Pruebas de operatividad del quemador	Especialista en I&C	

Fuente: Elaboración propia

9°. Agrupación de las medidas preventivas y predictivas.

Se han determinado 177 modos de falla, a los cuales se los analizo con el diagrama de decisión del RCM, así seleccionando el tipo de mantenimiento que se deberá planificar, obteniendo 70 actividades de mantenimiento para los equipos más críticos de la ERM, en donde una actividad agrupa varios modos de falla. Así mismo se obtuvieron actividades preventivas y predictivas.

Dentro de las predictivas esta la medición de vibraciones y la termografía al motor del ventilador, así como también la medición de fugas de aire por ultrasonido en la Trip Valve.

(Anexo 11)

**TABLA 18 - ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CRÍTICOS**

SUBSISTEMA	Frecuencia inicial	Actividad propuestas utilizando el árbol lógico de decisión del RCM	Personal	Tipo de Mannto.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Calentador 1	12 meses	Calibración anual de termocuplas	Especialista en I&C	Preventivo								X				
Calentador 1	1 día	Comprobación de la temperatura	Operario	Preventivo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Calentador 1	12 meses	Contratación de reguladora de presión	Especialista en I&C	Preventivo								X				
Calentador 1	12 meses	Pruebas de operatividad de válvula de corte de gas	Especialista en I&C	Preventivo								X				
Calentador 1	6 meses	Inspección y Pruebas de operatividad del quemador	Especialista en I&C	Preventivo							X					
Calentador 1	6 meses	Cambio de filtros de gas auxiliar	Especialista mecánico	Preventivo							X					
Calentador 1	1 MES	Medición de gases en los alrededores del calentador	Operario	Preventivo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Calentador 1	12 meses	Calibración de medidor de flujo	Especialista en I&C	Preventivo								X				
Calentador 1	2 meses	Inspección de válvulas en tubería de la línea auxiliar de gas	Especialista mecánico	Preventivo	X							X				
Calentador 1	1 mes	Inspección de válvula de drenaje	Especialista mecánico	Preventivo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Calentador 1	1 mes	Inspección de contorno del calentador	Especialista mecánico	Preventivo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Calentador 1	12 meses	Inspección interna por boroscopia	Especialista mecánico	Preventivo								X				
Calentador 1	12 meses	Control de calidad del agua (adivinación del agua)	Especialista mecánico	Preventivo								X				
Calentador 1	24 MESES	Mantenimiento de calentador	Especialista mecánico	Preventivo								X				
Calentador 1	12 meses	Mantenimiento de quemador	Especialista mecánico	Preventivo								X				
Calentador 1	6 meses	Contratación de termocuplas	Especialista en I&C	Preventivo								X				
Calentador 1	12 meses	Mantenimiento de motor y pruebas eléctricas	Especialista en Electricidad	Preventivo								X				
Calentador 1	1 mes	Análisis vibraciones	Especialista mecánico	Predictivo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Calentador 1	1 mes	Análisis termográfico a motor eléctrico	Especialista en Electricidad	Predictivo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Calentador "A"	1 día	Comprobación de la temperatura	Operario	Preventivo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Calentador "A"	12 meses	Contratación de reguladora de presión	Especialista en I&C	Preventivo								X				
Calentador "A"	12 meses	Pruebas de operatividad de válvula de corte de gas	Especialista en I&C	Preventivo								X				
Calentador "A"	6 meses	Inspección y Pruebas de operatividad del quemador	Especialista en I&C	Preventivo							X					
Calentador "A"	6 meses	Cambio de filtros de gas auxiliar	Especialista mecánico	Preventivo							X					
Calentador "A"	1 día	Medición de gases en los alrededores del calentador	Operario	Preventivo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Calentador "A"	2 meses	Inspección de válvulas en tuberías de la línea auxiliar de gas	Especialista mecánico	Preventivo	X							X				

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 19 - ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS**

Actividades de mantenimiento		
96%	3	Predictivos
4%	67	Preventivos
	70	Total

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 29 - % POR TIPO DE MANTENIMIENTO**



Fuente: Elaboración propia

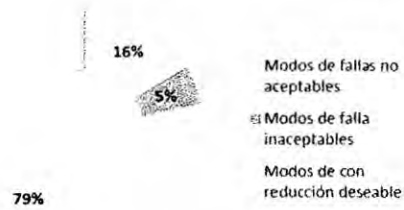
**TABLA 20 - MODOS DE FALLA**

Modos de falla		
16%	29	Modos de fallas no realizables
5%	9	Modos de falla inaceptables
79%	139	Modos de con reducción
177		Total

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 30 - % DE MODOS DE FALLA**

**Modos de falla**



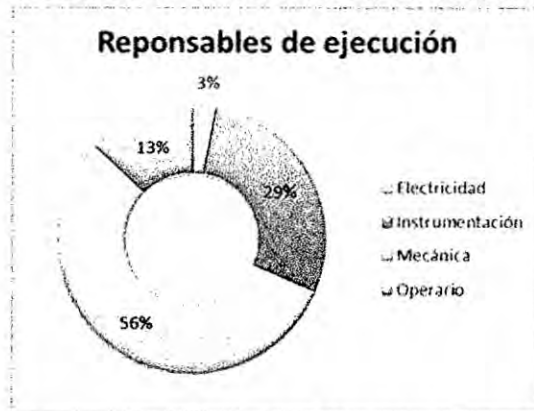
Fuente: Elaboración propia

**TABLA 21 - RESPONSABILIDAD DE EJECUCIÓN (POR ESPECIALIDAD)**

Responsables de ejecución		
3%	2	Electricidad
29%	20	Instrumentación
56%	39	Mecánica
13%	9	Operario
70		Total

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 22 - % POR ESPECIALIDAD**



Fuente: Elaboración propia



## LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO

En el año 2013 en la ERM de gas natural, se ha gastado un monto de \$ 120 600.00 por mantenimiento correctivo. Con este nuevo programa de mantenimiento se tiene como objetivo en el 2014 un gasto de \$ 74 200.00.<sup>15</sup> Solo en correctivos y esto debido a que los gastos de mantenimiento se concentraran en los activos más críticos.

### 4.2.4. Población y Muestra.

Como se hizo mención en el marco teórico, se ha usado la metodología BRAINSTORMING, con la participación del personal de Operaciones (Gerente de Operaciones, Jefe del turno, Coordinador de Operaciones), personal de Mantenimiento (Gerente de Mantenimiento, Planificadores de Mantenimiento) y posterior Aprobación del listado por parte del Gerente de Planta. Se revisó un listado de los Activos de la ERM sumando un total de 875 activos, por lo que fue necesaria la depuración de los mismos, ya que solo se han de considerar aquellos activos que puedan comprometer la continuidad operacional de la planta, y posterior clasificación acorde a su ubicación en la ERM o Gas Yard para facilitar el análisis. De los cuales se han seleccionado 82 equipos, que resulta ser nuestra muestra.

---

<sup>15</sup> Los datos de gastos en mantenimiento, son información confidencial de la compañía. Por lo que los datos mostrados solo son totales y proyectados.

#### 4.2.5. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Para la recopilación de datos se realizó lo siguiente:

- Revisión de P&D de la ERM de gas natural (Anexo 09)

En esta etapa, se procedió a revisar los planos P&D de la ERM, para poder determinar los códigos de los equipos (KKS) que pudiesen faltar codificar, así mismo nos ayuda a poder tener un panorama más claro sobre los equipos a evaluar.

- Manuales de los equipos críticos.

Se realizó la lectura de varios manuales de los equipos suministrados por los fabricantes, esta información nos ayudó a poder conocer con mejor detalle las partes y repuestos de muchos equipos, que pudieran ser considerados críticos.

- Entrevista al personal de mantenimiento y operaciones.

Las entrevistas que se han tenido con el personal de mantenimiento fueron básicamente para conocer hacer de la experiencia del personal acerca de los equipos en la ERM.

- Consulta a personal de mantenimiento y operaciones de otras plantas.

#### 4.2.6. Procedimientos de recolección de datos.

Para la recolección de datos, se procedió Una vez determinada la criticidad de los equipos, se procede a calcular los siguientes indicadores de Disponibilidad y confiabilidad:

Ecuaciones de cálculo<sup>16</sup>:

$$TMEF = \frac{\text{Horas en marcha del equipo}}{\text{Cantidad de intervenciones correctivas}}$$

$$TMPR = \frac{\sum \text{Horas de mantenimiento correctivo}}{\text{Cantidad de intervenciones correctivas}}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas en marcha del equipo} - \sum \text{Horas de mantenimiento}}{\text{Horas en marcha del equipo}}$$

*Confiabilidad*

$$= \frac{\text{Horas en marcha del equipo} - \sum \text{Horas mantenimiento corectivo}}{\text{Horas en marcha del equipo}}$$

$$\text{Confiabilidad} = \frac{TMEF - TMPR}{\text{Horas en marcha del equipo}}$$

TMEF: Expresa el tiempo promedio entre intervenciones<sup>17</sup>

TMPR: Expresa el tiempo promedio que se demora en reparar el equipo cada vez que es intervenido.

---

<sup>16</sup> Fuente: Las ecuaciones que se usaron se encuentran en la página web Consultado (07.07.2014):  
y

<sup>17</sup> Otro nombre con el que se les conoce al TMEF es Tiempo medio para fallar con siglas TPF, al igual que TMPR se le conoce como Tiempo promedio para reparar con siglas TPR, según el libro Organización y Gestión del Mantenimiento, 2da Ed. , Autor Luis Amendola, Año 2012.

**TABLA 23 - CUADRO DE CÁLCULO**

11EKE21AT001	FILTRO SEPARADOR CICLONICO	144	6	26	624	1248	1872	658	2530	54318	9053.0	104	95%	98.9%
11EKC51AC001	HEATER DE GAS YARD I	90	23	42	1008	1152	2160	658	2818	54170	2355.2	43.8261	95%	98.1%
10EKG10AA005	Gas Yard Trip Valve	36	6	22	528	1152	1680	90	1770	55218	9203.0	88	97%	99.0%
12EKC01AC001	HEATER DE GAS INDIRECTO # 1	36	16	31	744	672	1416	810	2226	37362	2335.1	46.5	94%	98.0%
12EKC05AC001	HEATER DE GAS INDIRECTO # 2	36	19	40	960	672	1632	758	2390	37198	1957.8	50.5263	94%	97.4%
12EKC08AC001	HEATER DE GAS INDIRECTO # 3	90	15	37	888	672	1560	738	2298	37290	2486.0	59.2	94%	97.6%
12EKE43AT001	FILTRO SEPARADOR CICLONICO	42	5	19	456	252	708	718	1426	38162	7632.4	91.2	96%	98.8%

\* Datos hasta 2013

11EKE21AT001	FILTRO SEPARADOR CICLONICO	144	6	26	624	1507	2131	658	2789	115379	19229.8	104	98%	99.5%
11EKC51AC001	HEATER DE GAS YARD I	90	23	42	1008	1524	2532	658	3190	115118	5005.1	43.8261	97%	99.1%
10EKG10AA005	Gas Yard Trip Valve	36	6	22	528	1187	1715	90	1805	116503	19417.2	88	98%	99.5%
12EKC01AC001	HEATER DE GAS INDIRECTO # 1	36	16	31	744	953.2	1697.2	810	2507.2	98400.8	6150.1	46.5	97%	99.2%
12EKC05AC001	HEATER DE GAS INDIRECTO # 2	36	19	40	960	953.2	1913.2	758	2671.2	98236.8	5170.4	50.5263	97%	99.0%
12EKC08AC001	HEATER DE GAS INDIRECTO # 3	90	15	37	888	953.2	1841.2	738	2579.2	98328.8	6555.3	59.2	97%	99.1%
12EKE43AT001	FILTRO SEPARADOR CICLONICO	42	5	19	456	427	883	718	1601	99307	19861.4	91.2	98%	99.5%

\*Proyección hasta 2020

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 23 – Cuadro de cálculo<sup>18</sup>, se puede observar que la Confiabilidad y Disponibilidad en la ERM de gas natural, de una Central Termoeléctrica, debe ser la más alta posible manteniendo un rango de (94% – 99%), Ya que una baja Confiabilidad y Disponibilidad, implica un gran costo económico, esto debido a que su impacto no solo está en la ERM sino en el uso final del gas, ya que una indisponibilidad de los equipos implicaría dejar de producir energía eléctrica, que es la fuente de ingresos de toda Central Termoeléctrica. Los resultados de la Disponibilidad y Confiabilidad hasta el 2013, se mantienen dentro de un rango aceptable, pero haciendo la proyección hasta el 2020<sup>19</sup>, considerando el nuevo plan de actividades, se ve una reducción de las horas programadas, debido a una

<sup>18</sup> Los equipos Filtro separador ciclónico, Heater de gas yard I y Trip valve, tiene fecha de operación desde Julio del 2007, los otros equipos tienen fecha de operación desde Junio del 2009. Así mismo se consideraron un año con 365 días.

<sup>19</sup> La proyección hasta el 2020 se realizó asumiendo cero correctivos, esto debido a que con la planificación adecuada de mantenimiento se busca evitar los correctivos.

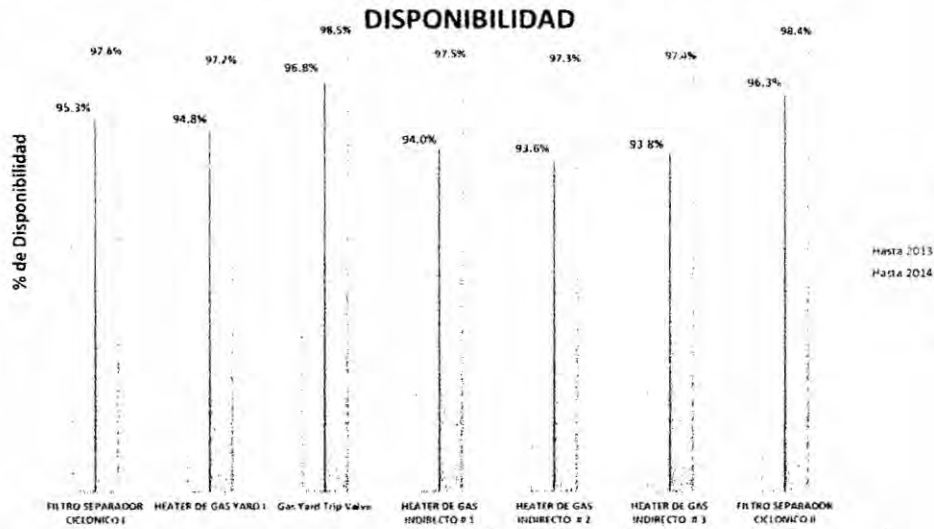
mejor distribución de las actividades, que se puede apreciar en el ANEXO 11, evitando la programación de actividades innecesarias o repetitivas.

**TABLA 24 - COMPARATIVO DE DISPONIBILIDAD DEL 2013 Y 2020**

DISPONIBILIDAD			
KKS	Equipo	2013	2020
11EK21AT001	FILTRO SEPARADOR CICLONICO I	95.3%	97.6%
11EK51AC001	HEATER DE GAS YARD I	94.8%	97.2%
10EKG10A4005	Gas Yard Trip Valve	96.8%	98.5%
12EKD1AC001	HEATER DE GAS INDIRECTO # 1	94.0%	97.5%
12EK05AC001	HEATER DE GAS INDIRECTO # 2	93.6%	97.3%
12EK08AC001	HEATER DE GAS INDIRECTO # 3	93.8%	97.4%
12BE643AT001	FILTRO SEPARADOR CICLONICO I	96.3%	98.4%

Elaboración propia

**FIGURA 31 - BARRAS DEL % DE DISPONIBILIDAD EN EL TIEMPO**



Elaboración propia

**FIGURA 32 - HORAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO**



Elaboración propia

## CAPITULO V

### 5. RESULTADOS

1. Se realizó un Diseño de un plan de mantenimiento en base al análisis de criticidad a 82 equipos de la ERM.
2. Se tiene 4 equipos con criticidad alta y 3 con criticidad media alta, a los cuales se es aplico la metodología RCM para planificar actividades de mantenimiento.
3. Se determinó que el equipo más crítico de toda la estación es 10EKG10AA005 Gas Yard Trip Valve, con una criticidad de 144. Esto debido a que un mal funcionamiento podría enviar una falla de cierre, esto involucraría el paro total de la Planta.
4. Se determinaron 72 fallas funcionales, 177 modos y efectos de fallas, de las cuales 29 no requieren actividad de mantenimiento (Se pueden observar en la hoja de decisión del ANEXO 08).
5. Se determinó 70 actividades de mantenimiento, de las cuales 3 son predictivas y 67 preventivas.

6. Entre las actividades predictivas se determinó análisis de vibraciones y análisis por temperatura (Infrarrojo) para motor y tablero eléctrico. Así mismo actividades predictivas por ultrasonido para fugas de aire.
  
7. La disponibilidad de los equipos aumenta con la planificación de actividades adecuadas de mantenimiento (Hasta un 98.5% para algunos equipos).

## CAPITULO VI

### 6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 6.1. Contratación de la Hipótesis con los resultados

##### **Contratación con la hipótesis general:**

Con la metodología RCM se está planificando las actividades de mantenimiento necesarias y adecuadas, que se puede evidenciar en la reducción de horas de mantenimiento programado, lo que reduce las paradas innecesarias y aumenta la disponibilidad de equipo entre 97.2% y 98.5%.

**FIGURA 33- HORAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO**



Elaboración propia

##### **Contratación con las hipótesis específicas:**

1. Con el análisis de criticidad se determinaron los equipos con mayor riesgo de falla, como se puede apreciar en la siguiente lista.

-11EKE21AT001 - FILTRO SEPARADOR CICLONICO	<b>144</b>
-11EKC51AC001 - HEATER DE GAS YARD I	<b>90</b>



-12EKC08AC001 - HEATER DE GAS INDIRECTO # 3	90
-12EKE43AT001 - FILTRO SEPARADOR CICLONICO	42
-10EKG10AA005 - GAS YARD TRIP VALVE	36
-12EKC01AC001 - HEATER DE GAS INDIRECTO # 1	36
-12EKC05AC001 - HEATER DE GAS INDIRECTO # 2	36

2. Con la identificación de los modos de falla se determinó los efectos de cada falla (177 modos y efecto de falla).
3. Identificados los modos de falla, se seleccionó el tipo de mantenimiento predictivo necesario para prevenir la falla, como análisis de vibraciones, análisis de temperatura y ultrasonido..
4. Con las actividades de mantenimiento preventivo y predictivas se logra disminuir las fallas imprevistas (76 fallas).

## 6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

Se contrasta con los dos estudios mencionados en la parte de antecedentes del estudio en la primera parte de la tesis. Entonces decimos:

- A. Se ha tenido un inicio para el uso de la metodología RCM, el análisis de criticidad. Que resulta ser parte fundamental de este estudio.
- B. Se hizo uso de las hojas RCM – FMEA

## CAPITULO VII

### 7. CONCLUSIONES

- Se determinó que el Diseño de un plan de mantenimiento usando RCM, permite seleccionar las actividades de mantenimiento adecuadas, y no incurrir en actividades innecesarias. Distribuyendo de mejor manera los periodos de mantenimiento previniendo algún modo de fallo, permitiendo una mejor operatividad de los equipos.
- Se determinó que el estudio de criticidad a los equipos de la ERM, permite identificar los equipos con mayor riesgo de falla, concentrando las actividades de mantenimiento a los equipos más críticos.
- Se identificó lo modos de falla de los equipos críticos de la ERM, lo que permitió determinar los efectos de estos, identificando las consecuencias que podrán ocasionar los modos de falla.
- Aplicando del diagrama de decisión RCM, permitió seleccionar la tecnología adecuada para el mantenimiento predictivo, obteniendo actividades de análisis de vibraciones, ultrasonido y medición de temperatura por infrarrojo.
- Se formuló actividades de mantenimiento de acuerdo a la metodología RCM obteniendo mayor disponibilidad de los equipos (una máximo de 98.5% y un mínimo de 97.2 %).

## CAPITULO VIII

### 8. RECOMENDACIONES

- Usar el presente diseño de plan de mantenimiento en toda la ERM y toda la Planta (Turbinas de Ciclo simple y Ciclo Combinado).
- Realizar siempre un estudio de criticidad antes de implementar un plan de mantenimiento.
- Para lograr mayor confiabilidad en los equipos, se debe realizar la metodología RCM.
- Aplicarle mantenimiento Centrado en Confiabilidad, para los 875 equipos de la ERM.
- Priorizar las actividades de mantenimiento en los equipos críticos.
- Programar las actividades de mantenimiento en el Software de mantenimiento EAM INFOR.

## CAPITULO IX

### 9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- DA COSTA BURGA, Manuel. *Aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a Motores a Gas de dos Tiempos en Pozos de alta producción*. Tesis de Grado. Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2005
  
- GALLARÁ, Ivan /PONTELLI, Daniel. *Mantenimiento Industrial*. Buenos Aires, Argentina. Editorial Universitas, Primera edición 2005.
  
- GARRIDO GARCÍA, Santiago. *Operación y Mantenimiento de Centrales de Ciclo Combinado*. Madrid, España. Editorial Dias de Santos, Primera edición 2007.
  
- MOUBRAY, John. *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. London, Britain. Editorial Butterworth - Heinemann. Second edition. 1997.
  
- PH.D. AMENDOLA, Luis. *Organización y Gestión del Mantenimiento*. Valencia, España. Editorial PMM Institute for Learning. Segunda Edición 2012.

- PINZON AVILA, Alexander. *Diseño de un Plan de Gestión para el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para el Centro de Generación Eléctrica a Base Gas de la empresa COPOWER LTDA*. Tesis de grado. Bucaramanga, Colombia. Universidad Industrial de Santander. 2011.
- NORSOK STANDARD Z-008. *Criticality Analysis for Maintenance Purposes*. Rev. 2, Noviembre 2001.
- NORMA SAE JA1011. *Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Agosto de 1999.
- NORMA SAE JA1012. *Una Guía para la Norma de Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC)*. Enero de 2002.
- EDWIN GUTIÉRREZ / MIGUEL AGÜERO / IVANESKA CALIXTO. *Análisis de Criticidad Integral de Activos*. Disponible en: <http://goo.gl/8qzmzKO> artículo web. Consultado el 20 de junio de 2014.
- CONFIABILIDAD.NET. *Análisis de Criticidad*. Disponible en: <http://goo.gl/OL87sK> artículo web. Consultado el 16 de Marzo de 2014.

– CLUB DEL MANTENIMIENTO. *Indicadores de mantenimiento.*

Disponible en : <http://www.clubdemantenimiento.com/> Artículo web:

consultado el 07 de Julio del 2014.

## 10. ANEXOS

ANEXO 01 – STANDAR NORZOK Z-008

ANEXO 02 – SAE JA 1011 Norma para vehículos aeroespaciales y de superficie.

ANEXO 03 – Diagnóstico del estado actual de mantenimiento.

ANEXO 04 – Activos de la ERM de Gas Yard de Kallpa.

ANEXO 05 – Fichas de criticidad.

ANEXO 06 – Matriz de criticidad.

ANEXO 07 – Trip valve.

ANEXO 08 – Hoja de trabajo RCM / Hoja de Decisión.

ANEXO 09 – P&ID de Gas Yard II.

ANEXO 10 – Diagrama de Decisión.

ANEXO 11 – Actividades de Mantenimiento.

ANEXO 12 – Matriz de Consistencia.

ANEXO 13 – Ficha técnica de equipos críticos.

ANEXO 14 – Presupuesto estimado

# **ANEXO 01**

# NORSOK STANDARD

Z-000

Rev. 2, Nov. 2001

AN?

---

## Criticality analysis for maintenance purposes

This NORSOK standard is developed by NTS with broad industry participation. Please note that whilst every effort has been made to ensure the accuracy of this standard, neither OLF nor TBL or any of their members will assume liability for any use thereof. NTS is responsible for the administration and publication of this standard.

Norwegian Technology Centre  
Oscarsgt. 20, Postbox 7072 Majorstuen  
N-0306 Oslo  
NORWAY

Telephone: + 47 22 59 01 00  
Fax: + 47 22 59 01 29  
Email: [norsok@nts.no](mailto:norsok@nts.no)  
Website: [www.nts.no/norsok](http://www.nts.no/norsok)

Copyrights reserved



<b>Foreword</b>	<b>2</b>
<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>1 Scope</b>	<b>3</b>
<b>2 Normative references</b>	<b>3</b>
<b>3 Definitions and abbreviations</b>	<b>4</b>
3.1 Definitions	4
3.2 Abbreviations	6
<b>4 Application of this NORSOK standard</b>	<b>7</b>
4.1 General	7
4.2 Principles for risk evaluation and allocation of maintenance activities	7
4.3 Safety critical functions	8
4.4 Inspection of static process equipment	8
<b>5 Functional hierarchy and criticality analysis</b>	<b>9</b>
5.1 General	9
5.2 Necessary preconditions	10
5.3 System selection	11
5.4 Main function (MF) definition	11
5.5 Sub function definition	12
<b>6 Documentation of the end product</b>	<b>13</b>
<b>7 Application of criticality analysis</b>	<b>14</b>
7.1 Maintenance program	14
7.2 Spare parts evaluation	16
7.3 Conceptual and design evaluation	17
7.4 Prioritising work orders	18
<b>Annex A (informative) Main function description and boundaries</b>	<b>19</b>
<b>Annex B (informative) Simplifying consequence assessment</b>	<b>23</b>
<b>Annex C (informative) Practical examples</b>	<b>25</b>
<b>Annex D (informative) Relations to other NORSOK standards</b>	<b>29</b>
<b>Bibliography</b>	<b>30</b>

## Foreword

The NORSOK standards are developed by the Norwegian petroleum industry to ensure adequate safety, value adding and cost effectiveness for existing and future petroleum industry developments.

The NORSOK standards are prepared to complement available international standards and fill the broad needs of the Norwegian petroleum industry. Where relevant NORSOK standards will be used to provide the Norwegian industry input to the international standardisation process. Subject to development and publication of international standards, the relevant NORSOK standard will be withdrawn.

These NORSOK standards are developed according to the consensus principle generally applicable for most standards work and according to established procedures defined in NORSOK A-001

The preparation and publication of the NORSOK standards is supported by OLF (The Norwegian Oil Industry Association) and TBL (Federation of Norwegian Manufacturing Industries). NORSOK standards are administered and issued by NTS (Norwegian Technology Centre).

All annexes are informative.

## Introduction

The purpose of this NORSOK standard is to provide requirements and guidelines for establishing a basis for preparation and optimisation of maintenance programs for new and in service facilities offshore and onshore taking into account risks related to:

- Personnel
- Environment
- Production loss.
- Direct economical cost (everything other than cost of production loss).

The result of this NORSOK standard is applicable for different purposes such as:

- Design phase.  
Establishing initial maintenance manning requirements, identify hidden failures on critical equipment and selection of insurance spare parts.
- Preparation for operation.  
Development of initial maintenance programs for implementation into maintenance management systems and selection of ordinary spare parts.
- Operational phase.  
Optimisation of existing maintenance programs and as a guide for prioritising work orders.

## 1 Scope

This NORSOK standard is applicable for preparation and optimisation of maintenance programs for plant systems and equipment including:

- Offshore topside systems.
- Sub-sea production systems.
- Oil and gas terminals.

The systems involving the following types of equipment:

- Mechanical equipment.
  - Static and rotating equipment.
- Instrumentation
- Electrical equipment.

Excluded from the scope of this NORSOK standard are:

- Load bearing structures.
- Floating structures.
- Risers and pipelines.

In principle, all types of fault modes and failure mechanisms are covered by this NORSOK standard.

This NORSOK standard covers:

- Definition of relevant nomenclature.
- Guidelines for criticality analysis, including:
- Functional breakdown of plants and plant systems in main functions and sub functions.
- Identification of main function and sub function redundancy.
- Definition of failure consequence classes.
- Assessment of the consequences of loss of main functions and sub functions.
- Assignment of equipment to sub functions and associated consequence classes.

Examples of application of the functional breakdown and the criticality analysis:

- Selection of equipment where preventive maintenance activities can be based on generic maintenance concepts.
- Selection of equipment where detailed RCM (FMECA) analysis is recommended.
- Establishment of maintenance activities and intervals, specification of resource and competence requirements, and evaluation of shutdown requirements.
- Preparation and optimisation of generic maintenance concepts.
- Design evaluations.
- Prioritisation of work orders.
- Spare part evaluations.

## 2 Normative references

The following standards include provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this NORSOK standard. Latest issue of the references shall be used unless otherwise agreed. Other recognized standards may be used provided it can be shown that they meet or exceed the requirements of the standards referenced below.

DNV RP-G-101	Risk Based Inspection of Topside Static Mechanical Equipment
IEC 60300-3-11	Application guide, Reliability Centred Maintenance
OLF 066 Rev. no 01	Recommended guidelines for the application of IEC 61508 and IEC 61511 in the petroleum activities on the Norwegian continental shelf
NORSOK Z-016	Regularity management & reliability technology
NORSOK Z-013	Risk and emergency preparedness analysis

### 3 Definitions and abbreviations

#### 3.1 Definitions

For the purpose of of this NORSOK standard the following terms and definitions apply.

##### 3.1.1

**can**

verbal form used for statements of possibility and capability, whether material, physical or casual

##### 3.1.2

**condition based maintenance**

preventive maintenance consisting of performance and parameter monitoring and the subsequent actions

NOTE - Performance and parameter monitoring may be scheduled, on request or continuously (CEN-prEN 13306).

##### 3.1.3

**condition monitoring**

the continuous or periodic measurement and interpretation of data to indicate the degraded condition (potential failure) of an item and the need for maintenance (BS 3811)

NOTE - Condition monitoring is normally carried out with the item in operation, in an operating state or removed, but not subject to dismantling.

##### 3.1.4

**corrective maintenance**

maintenance carried out after fault recognition and intended to put an item into a state in which it can perform a required function (prEN 13306)

##### 3.1.5

**criticality analysis**

quantitative analysis of events and faults and the ranking of these in order of the seriousness of their consequences (BS 3811)

##### 3.1.6

**failure**

the termination of the ability of an item to perform a required function

NOTE - After failure the item has a fault. "Failure" is an event, as distinguished from a "fault", which is a state (prEN 13306)

##### 3.1.7

**failure mechanism**

physical, chemical or other processes which lead or have led to failure (prEN 13306)

##### 3.1.8

**failure rate**

number of failures of an item in a given time interval divided by the time interval (prEN 13306)

NOTE 1 - This value is an approximation.

NOTE 2 - In some cases time can be replaced by units of use.

(In most cases 1/MTTF can be used as the predictor for the failure rate, i.e. the average number of failures per unit of time in the long run if the units are replaced by an identical unit at failure. Failure rate can be based on operational or calendar time.)

##### 3.1.9

**fault**

state of an item characterised by inability to perform a required function, excluding the inability during preventive maintenance or other planned actions, or due to lack of external resources.

NOTE - A fault is often a result of a failure of the item itself, but may exist without failure (prEN 13306).

**3.1.10****fault mode**

one of the possible states of a faulty item, for a given required function

NOTE - The use of the term "failure mode" in this sense is deprecated (prEN 13306).

**3.1.11****failure mode**

the observed manner of failure (ISO 14224)

**3.1.12****fault mode and effect analysis (FMEA)**

qualitative method of reliability analysis which involves the study of the fault modes which can exist in every sub item of the item and the effects of each fault mode on other sub items of the item and on the required functions of the item (BS 3811)

**3.1.13****fault mode, effects and criticality analysis (FMECA)**

quantitative method of reliability analysis which involves a fault modes and effects analysis together with a consideration of the probability of failure modes, their consequence and ranking of effects and the seriousness of the faults (BS 3811)

**3.1.14****hazard**

situation that could occur during the lifetime of a product, system or plant that has the potential for human injury, damage to property, damage to the environment, or economic loss (BS 3811)

**3.1.15****hidden fault**

fault which is not evident to the operator during normal operation

**3.1.16****inspection**

activity carried out periodically and used to assess the progress of damage in a component

NOTE 1 - Inspection can be by means of technical instruments (e.g. NDT) or as visual examination.

NOTE 2 - prEN 13306 has been deviated from in order to apply to the most common use of the term "inspection" in the oil and gas industry, which relates inspection and inspection management to the activity of checking the conformity of the equipment by NDT instruments or visual examination at regular intervals.

**3.1.17****item**

any part, component, device, subsystem, functional unit, equipment or system that can be individually considered (prEN 13306).

**3.1.18****maintenance**

combination of all technical, administrative and managerial actions, including supervision actions, during the life cycle of an item intended to retain it in, or restore it to, a state in which it can perform the required function (prEN 13306)

**3.1.19****maintenance analysis**

systematic analysis for identification and evaluation of required maintenance activities, including estimation of time and resources needed for the maintenance performance

**3.1.20****maintenance management**

all activities the management that determine the maintenance objectives, strategies, and the responsibilities and implement them by means such as maintenance planning, maintenance control and supervision, improvement of methods in the organisation including economical aspects (prEN 13306)

**3.1.21****may**

verbal form used to indicate a course of action permissible within the limits of this NORSOK standard

**3.1.22****preventive maintenance**

maintenance carried out at predetermined intervals or according to prescribed criteria and intended to reduce the probability of failure or the degradation of the function of an item (prEN 13306)

**3.1.23****redundancy**

in an item, the existence of more than one means at a given instant of time for performing a required function (prEN 13306)

**3.1.24****repair time**

that part of active corrective maintenance item during which repair is carried out on an item (prEN 13306)

**3.1.25****risk**

combination of the probability, (or frequency) of occurrence of a defined hazard and the magnitude of the consequences of the occurrence (BS 3811)

**3.1.26****shall**

verbal form used to indicate requirements strictly to be followed in order to conform to this NORSOK standard and from which no deviation is permitted, unless accepted by all involved parties

**3.1.27****should**

verbal form used to indicate that among several possibilities one is recommended as particularly suitable, without mentioning or excluding others, or that a certain course of action is preferred but not necessarily required

**3.2 Abbreviations**

AFFF	aqueous film forming foam
F&G	fire and gas
FMEA	failure mode and effect analysis
FMECA	fault mode, effect and criticality analysis
HSE	health, safety and environment
MF	main function
NDT	non destructive testing
P&ID	process and instrumentation diagram
RCM	reliability centred maintenance
SIL	safety integrity level

## 4 Application of this NORSOK standard

### 4.1 General

The purpose of this NORSOK standard is to establish a basis for preparation and optimisation of maintenance programs for new and in-service oil and gas plants. This NORSOK standard describes an efficient and rational working process resulting in an optimised maintenance program based on risk analysis and cost-benefit principles.

As a basis for risk evaluations and establishment of maintenance activities, this NORSOK standard support the use of practical operation and maintenance experience, provided this experience is documented for the relevant types of plant equipment. Application of this general maintenance practice is referred to as "generic maintenance concepts", see 7.1.3. This NORSOK standard recommends that a more comprehensive RCM analysis (see IEC 60300-3-11) is carried out when relevant generic maintenance concepts are not available.

Application of the generic maintenance concepts is efficient for new facilities with no site-specific operational experience, and for facilities where the current maintenance program has not been established according to criteria for safe and cost-efficient operations. A more detailed RCM analysis is recommended for further optimisation of the maintenance activities for plants in-service taking into account the knowledge and experience of operation of the actual plant equipment. Both approaches, the generic maintenance concepts and the RCM analysis, are based on the principles of risk analysis for selection and prioritisation of maintenance activities. The purpose of the work and the documented practice, i.e. the availability of applicable generic maintenance concepts, decides which of the two approaches to be used.

### 4.2 Principles for risk evaluation and allocation of maintenance activities

Consequences and probabilities of failures are assessed independently, as:

- The consequences of system faults, loss of main functions and sub-functions, are independent of the equipment carrying out the functions.
- The actual equipment and the operational conditions affect the probability of failure.

Since the consequence of faults are independent of the equipment carrying out the functions, the consequence evaluations are carried out for each site according to the same principles irrespective of whether generic maintenance concepts or RCM analysis is applied.

The consequences of MF failures are assessed according to the effect on the plant and system level with respect to production loss and direct cost measured in downtime and monetary terms, while consequences of personal injury and environmental damage are classified according to pre-defined consequence classes and acceptance criteria. The consequences of MF failures determine the assessment of the consequences of loss of sub-functions. All relevant sub-functions should be identified to ensure that all equipment is assigned the right maintenance strategies and thus the optimal maintenance activities. This NORSOK standard provides guidelines to the definition of relevant sub-functions for typical process equipment. All tags (units) are linked to their respective sub-function and assign the same consequences as their respective sub-function.

Regarding the assessment of failure probabilities, this is implicitly expressed by the maintenance intervals documented for the different generic maintenance concepts, which again should be based on well documented operational experience and failure characteristics. In case of significant differences between the actual equipment and the equipment which has been the basis for the generic maintenance concepts, the equipment in question has to be treated individually as a separate generic class of equipment. Basically, equipment failure modes are independent of equipment functionality, i.e. which functions the equipment supports. However, operational conditions, location and external environmental impacts may influence the probability of failure and should be assessed prior to assignment of generic maintenance concepts.

In case no generic maintenance concept is applicable or the purpose of the study requires more in-depth evaluations, it is recommended that an RCM analysis is carried out. Identification of relevant failure modes and estimation of failure probability should primarily be based on operational experience of the actual equipment, and alternatively on generic failure data from similar operations which is basically the same principles applied for establishment of generic maintenance concepts.

Description of preventive maintenance activities and optimisation of intervals are not covered by this standard. However, for all practical purposes this should be based on:

- Consequences of function or sub-function failures.
- Probability of function or sub-function failures.
- Functional redundancy.
- Detectability of failure and failure mechanisms, including the time available to make necessary mitigating actions to avoid critical function or sub-function faults.
- Cost of alternative preventive activities.
- Required availability of safety critical functions.

In order to get acceptance for changes and create a basis for continuous improvements, it is necessary to involve maintenance personnel and production operators in the criticality assessment and preparation of the maintenance activities. A dynamic maintenance program requires proper documentation of the evaluations for future adjustments and improvements according to new experience and changes of operational conditions. This applies irrespective of whether generic maintenance concepts are applied or the maintenance program has been developed on basis of the RCM analysis.

### **4.3 Safety critical functions**

Requirements should be established with respect to availability, capacity and performance of safety critical functions according to OLF 066: "Recommended guidelines for the application of IEC 61508 and IEC 61511 in the petroleum activities on the Norwegian continental shelf", NORSOK standard Z-013 and NORSOK standard Z-016. Availability requirements should be used to determine the program for testing/ preventive maintenance activities and the required contingency plans in the event of failure. The inherent availability of the safety functions should be controlled and documented by observing the actual failure frequency and system downtime. The development of failure frequency and system unavailability should be used as the basis for changing of test intervals and other mitigating actions to ensure compliance with function requirements. Establishment of function requirements should be based on risk evaluations of accidental events, which will determine the safety systems and their performance.

### **4.4 Inspection of static process equipment**

Inspection of static mechanical equipment, such as vessels and piping, is basically performed to maintain the containment function, i.e. to avoid critical leaks. In order to establish an inspection program for static mechanical equipment, it is necessary to perform more detailed evaluations than prescribed by the present standard. Selection of inspection method, location and extent of inspections, and establishment of optimal inspection intervals require knowledge of damage mechanism behaviour which depends on material properties, internal fluid compositions and the external operational environment. Similar to preparation of the preventive maintenance program, the inspection program should be based on risk evaluation of leaks with respect to personnel, environment damages and financial losses. Consequently, the present standard could be applied for screening of static mechanical equipment with the purpose of excluding non-critical equipment for further analysis and prioritise other equipment for in-depth risk evaluations as the basis for preparation of inspection programs, see DNV RP-G-101.



## 5 Functional hierarchy and criticality analysis

### 5.1 General

By carrying out the steps defined in the present chapter for establishing a functional hierarchy and criticality analysis, a platform for risk based decisions related to the management of maintenance activities is established. The general work process, see Figure 1, outlines systematically the breakdown of plant systems into suitable items for criticality analysis.

To better understand the practical application of the systematic breakdown of the plant systems and the criticality analysis, guidelines for establishing a maintenance program based on generic maintenance concepts or more comprehensive RCM methods are given in clause 7.

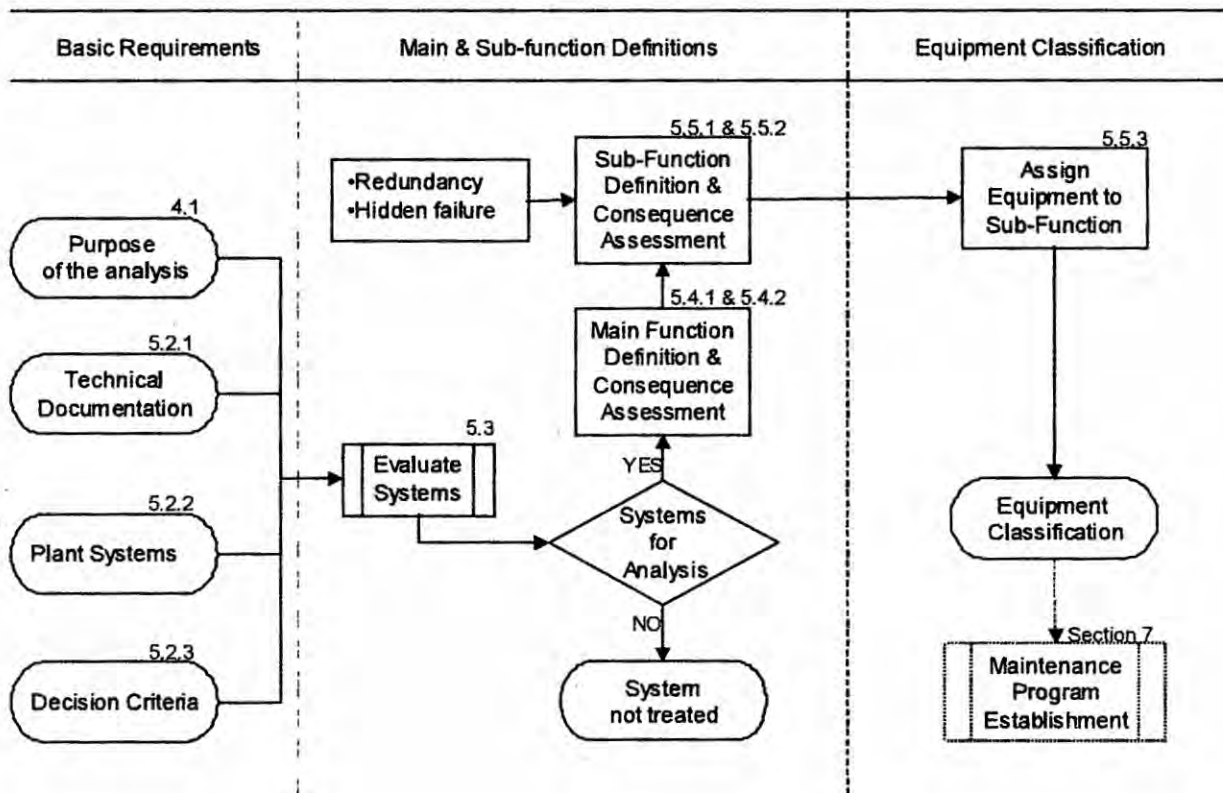


Figure 1 – Process diagram, functional structure and criticality analysis

**5.2 Necessary preconditions**

**5.2.1 Technical documentation**

Prior to start up of the criticality analysis the following technical documentation should be available:

- Technical description of the plant systems containing:
  - Detailed plant and system description.
  - Capacity requirements.
  - Operating conditions.
  - Equipment description.
  
- Technical drawings/diagrams containing process data, material and media codes:
  - P&ID
  - Flow diagrams.
  - One line diagrams (electrical cables and equipment).
  - Shut down logic.
  - F&G cause and effect diagrams.
  - Fire protection data sheets.

**5.2.2 Plant systems**

The systems with their boundaries should be defined and documented by the use of the engineering numbering system.

**5.2.3 Decision criteria**

For the criticality analysis which assess the consequences of failures and the degree of functional redundancy, the consequence classes have to be properly defined prior to performance of the analysis. The definition of the consequence classes should be done in accordance with overall company criteria for safety and environment, and reflect the actual plant operation when it comes to economical losses.

To classify the most serious effect of loss of functionality (both loss of MF and sub functions) the consequence classes defined in Table 1 should be applied, unless otherwise specified. Note that the loss of 'Production' should in monetary value comply with the corresponding cost limits specified for 'Cost' within each class.

**Table 1 - General consequence classification**

Class	Health, safety and environment (HSE)	Production	Cost (exclusive production loss)
High	Potential for serious personnel injuries. Render safety critical systems inoperable. Potential for fire in classified areas. Potential for large pollution.	Stop in production/significant reduced rate of production exceeding X hours (specify duration) within a defined period of time.	Substantial cost - exceeding Y NOK (specify cost limit)
Med.	Potential for injuries requiring medical treatment. Limited effect on safety systems. No potential for fire in classified areas. Potential for moderate pollution.	Brief stop in production/reduced rate of production lasting less than X hours (specify duration) within a defined period of time.	Moderate cost between Z – Y NOK (specify cost limits)
Low	No potential for injuries. No potential for fire or effect on safety systems. No potential for pollution (specify limit)	No effect on production within a defined period of time.	Insignificant cost less than Z NOK (specify cost limit)

NOTE - Loss of the sub function "Containment", i.e. external leakage, requires a separate evaluation to reflect best practice for inspection planning. This applies for consequences to health, safety and environment while the consequences to production loss and other costs are similar for all kinds of failures. Table 2 gives guidelines for assessment of the consequences to personnel safety, while the consequences to the external environment differ significantly depending on the chemical composition of the released substance, volume and the recipients (open sea, shore, earth or atmosphere). For consequence assessment of pollution to the open sea, reference is made to B.1 which gives guidelines for classification of external leakage. The consequence classification related to containment is intended as a prioritisation of static mechanical equipment for establishing an inspection program. See DNV RP-G-101.

**Table 2 - Consequence classification for containment (external leakage)**

Class	Health, safety and environment (HSE)	Production	Cost (exclusive production loss)
<b>High</b>	When substance is: <ul style="list-style-type: none"> <li>Hydrocarbons (highly ignitable gases and unstabilized oil) and other flammable media.</li> <li>Liquid/steam, exceeding 50 °C or 10 bar.</li> <li>Toxic gas and fluids.</li> <li>Chemicals (see B.1)</li> </ul>	As for production, class 'High' in Table 1.	As for cost, class 'High' in Table 1.
<b>Med.</b>	When substance is: <ul style="list-style-type: none"> <li>Stabilised oil, diesel and other less ignitable gases and fluids.</li> <li>Liquid/steam, less than 50 °C and 10 bar</li> <li>Toxic substance, small volume.</li> <li>Diesel</li> </ul>	As for production, class 'Medium' in Table 1.	As for cost, class 'Medium' in Table 1.
<b>Low</b>	When substance is: <ul style="list-style-type: none"> <li>Non-ignitable media.</li> <li>Atmospheric gasses and fluids harmless to humans and environment.</li> <li>Negligible toxic effects.</li> <li>Harmless chemicals (see B.1).</li> </ul>	As for production, class 'Low' in Table 1.	As for cost, class 'Low' in Table 1.

**5.3 System selection**

The first activity is to select the systems that should be included in the analysis. Ranking criteria depends on the purpose of the analysis and should be documented. Selection criteria could be based on maintenance cost, main contributors to production loss/unavailability and safety related incidents.

**5.4 Main function (MF) definition**

**5.4.1 General**

Each plant system should be divided into a number of MFs covering the entire system. The MFs are characterised by being principal tasks such as heat exchanging, pumping, separation, power generation, compressing, distributing, storing, etc. See annex A, which gives an overview of typical MFs for an oil and gas production plant. Each MF is given a unique designation consisting of a number (if appropriate a tag number) and a name that describes the task and the process. The boundaries of the MF should be clearly defined in a P&ID or other relevant documentation. See annex A.

**5.4.2 Main function (MF) redundancy**

MF redundancy should be specified with respect to loss according to Table 3.

The level of redundancy within one MF is classified by the codes in Table 3.

**Table 3 - Classification of redundancy (Red.)**

Red.	Redundancy degree definition
<b>A</b>	No redundancy i.e. the entire MF is required to avoid any loss of function.
<b>B</b>	One parallel unit can suffer a fault without influencing the function.
<b>C</b>	Two or more parallel units can suffer a fault at the same time without influencing the function.

**5.4.3 Main function (MF) consequence assessment**

Assessing the consequences of the most serious faults should preferably be carried out by personnel with experience in risk and reliability evaluations (facilitator) in collaboration with personnel experienced in operations and maintenance and with sound understanding of the production process and the technical equipment.

The entire MF is assessed in terms of the most serious effect of a fault. In this assessment any redundancy within the function is disregarded, as the redundancy will be treated separately.

The most serious (but nevertheless realistic) effect of a fault shall be identified and the influence on the performance of the MF shall be quantified (if possible) according to Table 1. If relevant, compensating operational actions shall be described and reflected in the consequence assessment.

The time from the fault occurring, until it affects the system/plant should be estimated. See Table 1, column for 'Production'.

When the fault affects more than one of the categories (HSE, production and cost), this shall be identified and described so that it is evident from the text how the effect takes place.

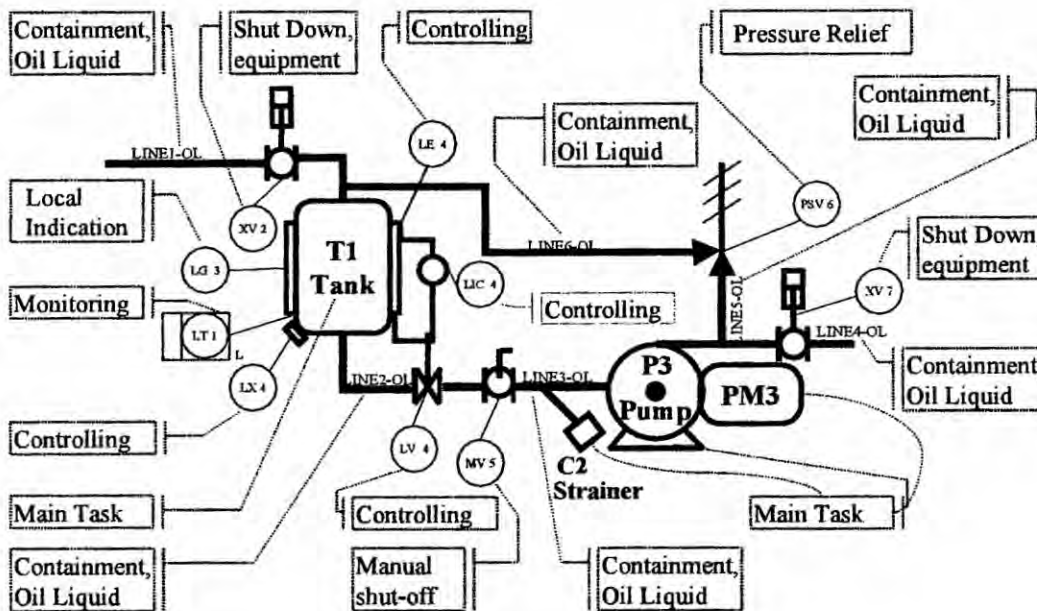
**5.5 Sub function definition**

**5.5.1 General**

MFs are split into sub functions, see annex C. In order to simplify the consequence assessment and enable work to be carried out with sufficient accuracy with minimum use of resources, the sub function level can be 'standardised' for typical process equipment with pre-defined terms to cover all requirements. These sub functions are:

- Main task (term describing the task).
- Pressure relief.
- Shutdown, process.
- Shutdown, equipment.
- Controlling
- Monitoring
- Local indication.
- Manual shut-off.
- Containment
- Other functions.

The standard list of sub functions has to be completed with other sub functions relevant for the particular operation.



**Figure 2 – Illustrates how equipment in a MF is assigned to standard sub functions**

All equipment (identified by its tag number) in each instrument loop shall be assigned to one sub function. If a sub function performs multiple tasks, the equipment shall be assigned to the most critical sub function.

The standard sub functions are only to be used if relevant. When appropriate, other repetitive sub functions (i.e. lubricating, containment of different services, etc.) may be used.

### 5.5.2 Sub function redundancy

Identify the level of redundancy of each sub function.

If there is redundancy within a sub function, the number of parallel units and capacity per unit shall be stipulated. The redundancy shall be classified using the codes in Table 4.

**Table 4 - Classification of redundancy (Red.)**

Red.	Redundancy degree definition
A	No unit can suffer a fault without influencing the function.
B	One unit can suffer a fault without influencing the function.
C	Two or more parallel units can suffer a fault at the same time without influencing the function.

NOTE - It is recommended that each sub function shall contain maintainable equipment (identified by its tag number) with one degree of redundancy only. If this is not the case the sub functions have to be defined in a way that allows tags with common redundancy to be assigned to each of the sub functions.

### 5.5.3 Sub function, consequence assessment

The consequence on system/plant of a fault in a sub function is assessed with respect to HSE, production and cost (excluding production loss) according to the same principles as outlined for MF. If the sub function can suffer a fault without this being evident to the operator during normal operation this condition shall be described and identified as a hidden failure.

For safety critical functions, the failure modes and failure rates must be described in sufficient detail to be able to decide appropriate maintenance activities when assessing the consequence of loosing the function. This information should normally be part of the generic maintenance concept or documented in the FMEA/RCM analysis.

### 5.5.4 Equipment classification

The equipment (identified by its tag number) carrying out the sub functions shall be assigned to the respective sub functions in a one-to-one relationship, i.e. no equipment shall be assigned to more than one sub function. If equipment maintains more than one sub function (e.g. some instrument loops), it should be assigned to the most critical sub function.

All equipment (identified by its tag number) shall be assigned the same description, consequence classification and redundancy as the sub function of which they are a part. See annex C for an example.

## 6 Documentation of the end product

A sound principle is to make the assessment available and traceable for updates and improvements of the results, as more information and feedback from the operation become available. As a minimum, the following should be documented:

- Decision criteria.
- Definition of consequence classes.
- MF description.
- Sub function description.
- Assignment of equipment (tags) to sub function.
- Assessment of the consequences of loss of MFs and sub functions for all consequence categories, including necessary arguments for assignment of consequence classes.
- Assessment of MF and sub function redundancy.

Any deviations from this NORSOK standard, including terminology, methodology and recommended classification of consequences and degrees of redundancy should be documented.

## 7 Application of criticality analysis

### 7.1 Maintenance program

#### 7.1.1 Process diagram

A process diagram to establish a maintenance program is shown in Figure 3.

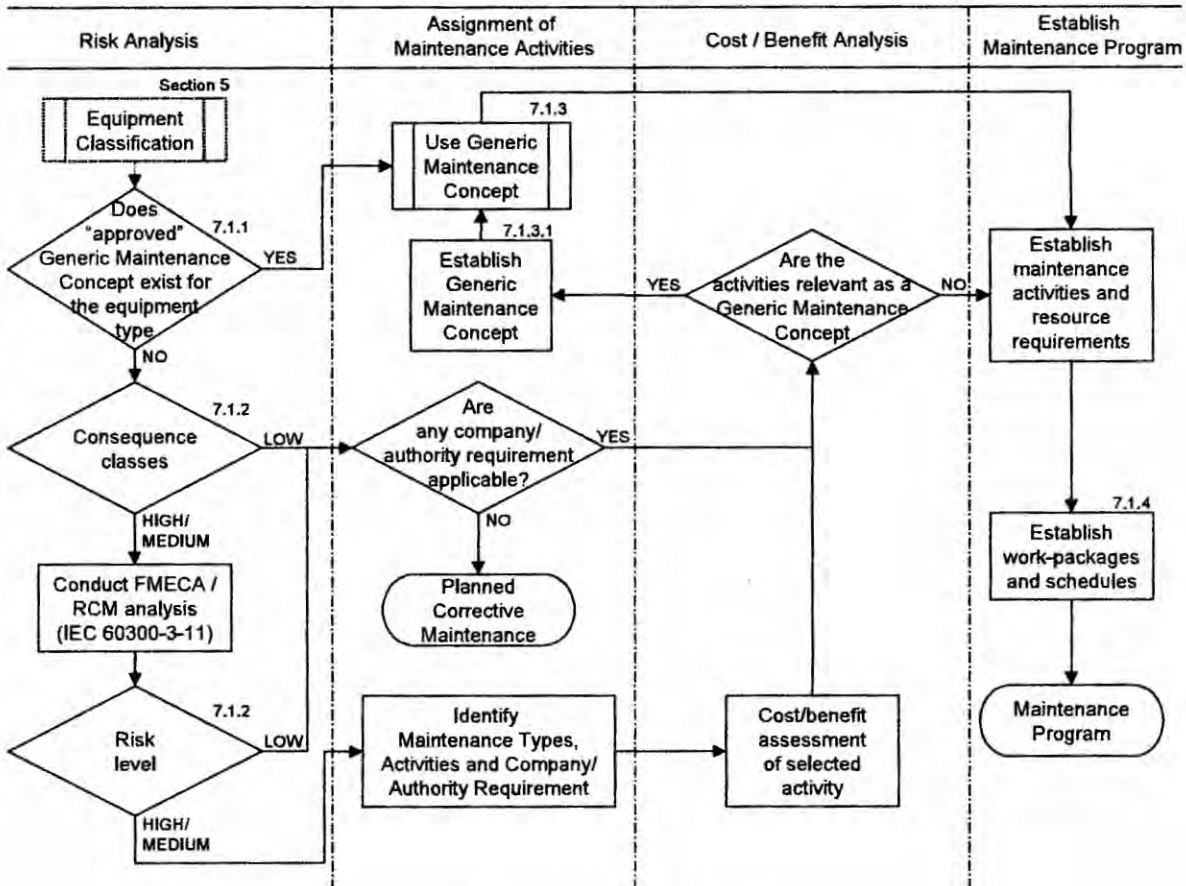


Figure 3 – Process diagram, establishing maintenance program

#### 7.1.2 Establish preventive maintenance activities

The preventive maintenance activities could be established in two different ways:

- By use of detailed maintenance analysis (see IEC 60300-3-11).
- By use of relevant generic maintenance concepts as described below.

Both methods applies to the criticality analysis.

#### 7.1.3 Requirement for maintenance analysis

To ensure that important equipment is maintained properly, sufficiently documented decisions are required. For equipment classified 'Low' no documentation is required. If it is classified 'Medium' or 'High' documentation should be based on a maintenance analysis.

If the maintenance analysis has previously been performed on identical/ similar equipment (generic grouped equipment types) and documented as a generic maintenance concept, it is only necessary to carry out/document the following:

- Low consequence:
  - Verify if any specific company/ authority requirements are applicable.
  - Verify that simple service activities are adequate and cost beneficial.
- Medium and High:

- A maintenance analysis comprising of the following elements:
  - If specific company/authority requirements are applicable (including assumptions/requirements for/from risk analysis).
  - Dominating fault/failure modes with approximate probability.
  - Failure mechanisms with approximate probability.
  - Repair time (approximate).
  - Selected maintenance activities to reduce the probability of such failure mechanism to cause a fault - along with the interval.
  - Detectability of failure.
- Experience from using a known maintenance strategy along with periodic monitoring of the result:
  - If this alternative is used on equipment, which performs safety critical functions where a fault is not evident to the operator, the availability requirement shall be defined and the compliance verified by documented tests.
  - The percentage of periodic tests resulting in 'Fail to operate on demand' may be used as the performance indicator.
- It is also recommended to include:
  - Required competence of maintenance personnel.
  - Estimated man-hours for maintenance activities.
  - Repair time.
  - Essential spare parts and lead times.

#### **7.1.4 Generic maintenance concept**

##### **7.1.4.1 General**

A generic maintenance concept is a set of maintenance actions, which demonstrates a cost efficient maintenance method for a defined generic group of equipment functioning under similar frame and operating conditions.

The use of the generic maintenance concept should ensure that all defined HSE, production, cost and other operating requirements are met. The concept shall include relevant design and operating environments. Appropriate performance indicators and the corresponding acceptance criteria shall be defined for safety critical functions.

##### **7.1.4.2 Application of generic maintenance concepts**

Generic maintenance concepts may be developed in order to:

- Reduce the effort in establishing the maintenance program.
- Ensure uniform and consistent maintenance activities.
- Facilitate analysis of equipment groups.
- Provide proper documentation of selected maintenance strategies.

Generic maintenance concepts are applicable for all types of equipment covered by this NORSOK standard.

A generic maintenance concept can be utilised when:

- The group of equipment has similar design.
- The equipment has similar failure modes and failure frequencies.
- The amount of similar equipment justifies a generic concept.

##### **7.1.4.3 Documentation of the generic maintenance concept**

The extent of documentation will differ depending on the complexity of the equipment and the risk attached.

The concept should allow for adjustment of maintenance activities according to changes in the frame conditions.

In addition to what is defined in requirement for maintenance analysis (see 7.1.3) the documentation should describe:

- General:
  - Description of the generic equipment class.
  - Physical operating and frame conditions.

- Operating experiences.
- Regulations and company requirements.
- Definition of loss of function, and a quantification of the acceptance level for safety critical functions.

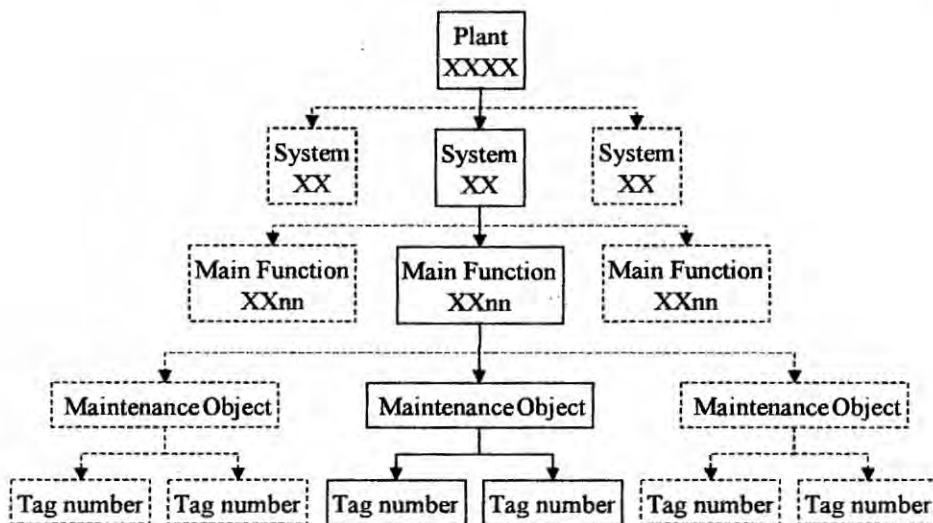
**7.1.5 Preparation of maintenance and inspection work packages**

In order to achieve effective management of the resources used for maintenance purposes, all equipment must be arranged in a hierarchy.

A maintenance program is divided into scheduled work packages of suitable size to suit the organisation and the available resources. These packages are assigned to maintenance objects (see Figure 4) thus making them the lowest level in the hierarchy carrying the cost for the maintenance program. Hence all maintenance objects should be identified prior to establishing the maintenance program.

The level on which the maintenance objects are established, is governed by practical execution and the individual need to monitor and control the different maintenance programs. For corrective maintenance where the work orders can be assigned to any tagged equipment, the cost will be traceable to a lower level, but even this costing should be possible to summarise to the same level as for the maintenance objects used for the maintenance programs.

This information is a part of the data needed to perform an evaluation and optimisation of the maintenance strategy. If the data is linked to the lowest tag level the hierarchy will make it possible to summarise this information to the appropriate level - which could be the maintenance object or MF as shown in Figure 4.



**Figure 4 – Illustration of a hierarchy**

**7.1.6 Critical equipment without redundancy**

All sub functions and associated tags that could lead to a shut down of a system (or the whole plant) can be identified by means of the data established during the criticality analysis as described in clause 5. This could be applied for prioritisation of recourses and attention towards the vulnerable equipment with respect to HSE and production.

**7.2 Spare parts evaluation**

**7.2.1 General**

The results from the criticality analysis are very useful when identifying the need for spare parts that are to be purchased along with the initial system package.



### 7.2.2 Insurance spare parts selection

Insurance spare parts are always

- Vital to the function of the plant, but unlikely to suffer a fault during the lifetime of the equipment.
- Supplied with unacceptably long lead time from the supplier and usually very expensive.

Often these spare parts are characterised by a substantially lower cost if they are included with the initial order of the system package. In order to be able to identify the equipment that may contain such spare parts, the consequence of the MFs suffering a fault has to be known.

MFs to be analysed are selected by choosing those with high consequence of failure (independent of area) and no redundancy.

During the conceptual phase, it is only possible to identify main equipment. Due to the process of concurrent engineering practised to-day the documentation required to identify the content of the sub functions is usually not available until the start of the preparations for the operation.

The different failure modes, need for spare parts and the possibility of compensating with temporary solutions have to be evaluated for the equipment (identified by its tag number) in the selected MFs. Additionally the probability factor that these spare parts will be required must be established. Then the price alternatives if the spares are ordered together with the initial order - or as separate orders at a later date shall be clarified with the supplier. Finally a risk comparison will determine which spare parts should be ordered together with the initial order.

### 7.2.3 Ordinary spare parts selection

Selecting the ordinary spare parts for local storage can be made accurately and conveniently by using the results from the criticality analysis together with the generic maintenance concept/RCM during preparations for the operation.

All pieces of equipment are classified with respect to the consequence of a fault, and defined with a degree of redundancy. The generic maintenance concepts specifies the type of spare parts needed and the lead-time until the spare parts are available on site.

## 7.3 Conceptual and design evaluation

If this analysis is performed during the early design phase of the plant, the result may be utilised to provide data for supporting decisions that have to be taken in two important areas. The first one is to quantify the need for maintenance resources required for normal operation of the plant, and the second is to identify if hidden faults can occur on safety critical equipment.

- Establishing initial maintenance manning requirements:
  - Initial determination of the number of people required to perform the maintenance tasks. Provided the generic maintenance concept is defined in sufficient detail for each generic type of equipment and the typical content of equipment associated with each MF is known from other plants/projects - the consequence and the degree of redundancy are vital elements when calculating the need for manning.
- Identifying hidden faults on safety critical equipment:
  - Verify if any MF with no redundancy, is critical to safety - and can suffer a fault without this being evident to the operator. The identification of MFs containing this type of equipment is only appropriate if the analysis is performed early enough to influence the design.

Sub functions exposed to this selection will have redundancy class "A", the consequence of a fault will be classified as "High" with respect to HSE - and in addition they should be marked 'hidden fault' in the criticality analysis.

#### **7.4 Prioritising work orders**

The results from the criticality analysis can be useful when defining criteria for prioritising the preventive and corrective work orders.

The prioritising of corrective work orders is normally based upon a judgement of the consequence of the actual failure. This may or may not be the same failure mode that was considered to lead to the most serious consequence while performing the criticality analysis.

Data from the criticality analysis can be combined with other information to define criteria for prioritising the corrective work orders. The criteria should combine the following information:

- Classification of consequence of a fault and redundancy (or both parameters, combined with allowed down time).
- Failure mode and causes.
- Operating considerations.
- Repair time including lead time for spare parts

The criteria can also be implemented in a maintenance management system with a default priority based on:

- Classification of consequence of a fault.
- Redundancy
- Information about the seriousness of the actual failure (breakdown/no breakdown).

NOTE - It should always be possible to overrule the default priority manually based on actual operation considerations.

## Annex A (informative) Main function description and boundaries

Descriptions of MFs should aim to describe an active function (i.e. 'Pumping' instead of 'Pump'). Descriptions commonly used for MFs are shown in Table A.. Normally a further specification is required to describe the MF sufficiently. If relevant, the availability, capacity and performance should be specified.

**Table A.1 - Examples of MF descriptions**

MF description	Sub title, examples
Accumulation	Instrument/plant air, heating/cooling medium
Cementing	
Circulating	Heating/cooling medium
Compressing	Gas export/injection
Cooling	
Detecting	F&G
Distributing	(Main/emergency) power, hydraulic, tele
Drying	Air, gas
Expanding	
Filling	Lubrication oil
Filtering	
Fire Fighting	Sprinkler, deluge, water spray, foam, AFFF, hydrants
Generating	(Main/emergency) power
Heating	
Injecting	Chemicals, gas, water
Life Saving	Mob, lifeboat, basket, raft, escape chute
Lifting	Deck crane, personnel, goods
Logging	Well, production, mud
Manoeuvring	
Metering	Fiscal (gas/ oil), CO <sub>2</sub>
Pumping	Oil/gas export, bilge, seawater
Regenerating	Glycol
Scrubbing	
Separating	Production, test, cyclone- (water/sand/ oil), centrifuge
Storing	Chemicals, potable water, lubrication/ seal oil
Transferring	Oil/gas pipe (riser)

Examples displaying the MF HF2020 (along with others) with boundaries marked on a flow diagram, and the same MF with boundaries marked on the more detailed P&ID are shown on Figure A.1 and Figure A.2.

The MF shall cover the entire plant system, and the boundaries should be decided taking into consideration the possibility of isolating the MF for maintenance. If appropriate for establishing boundaries suitable for inspection purposes, the unique line numbers should be included in one MF.

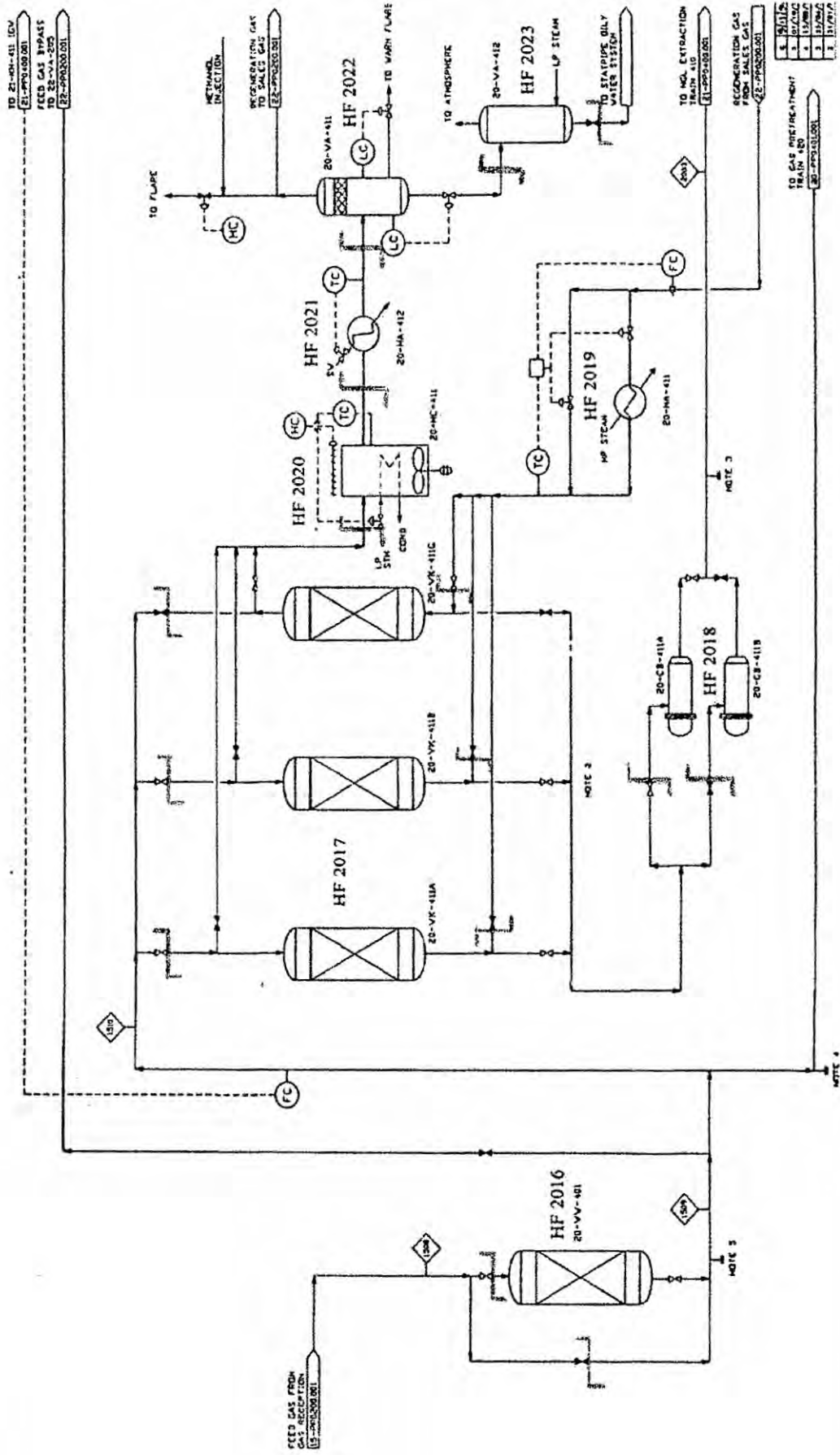


Figure A.1 – Flow diagram showing borderlines between Main Functions (HF2017, F2020)

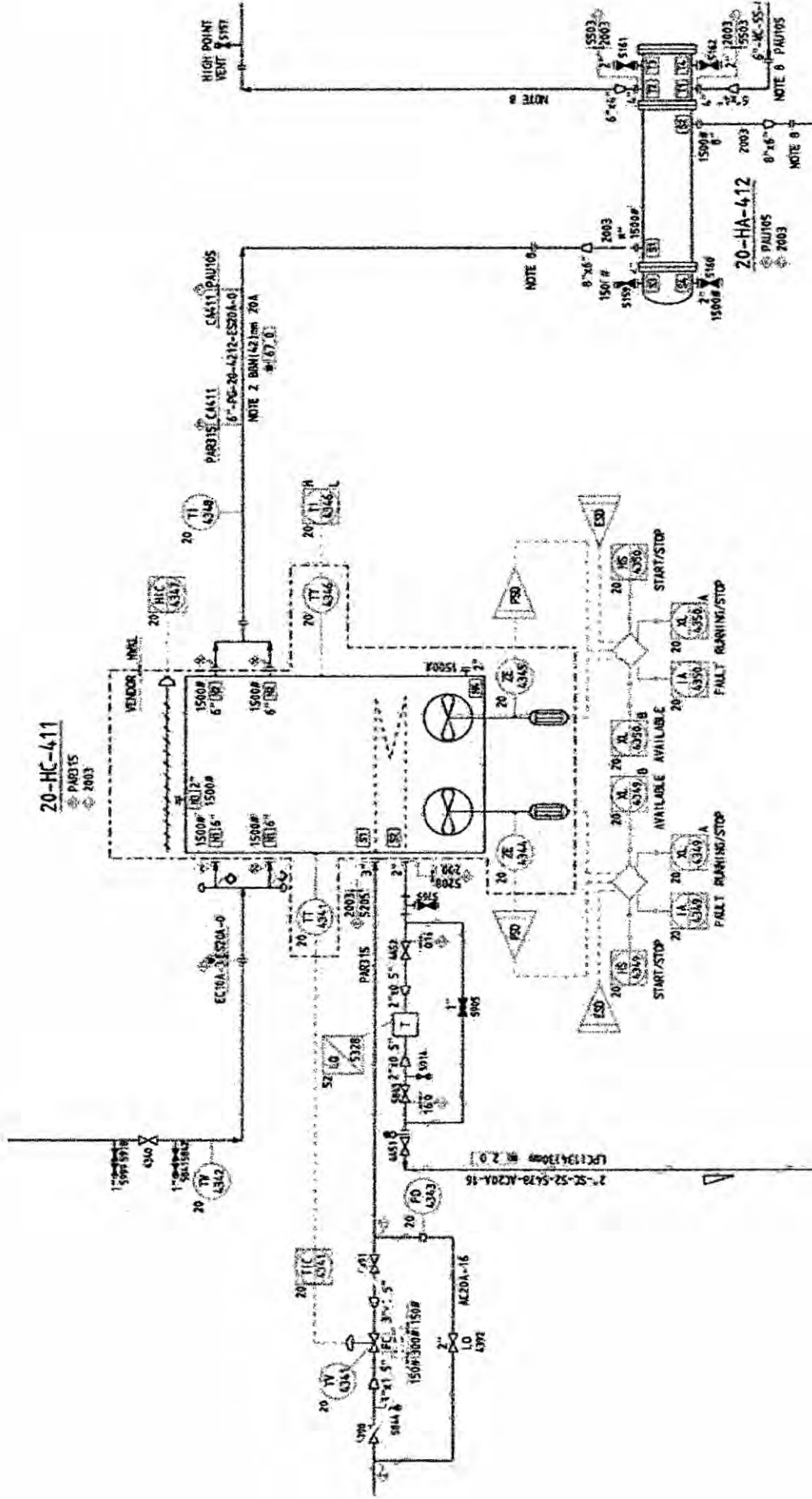


Figure A.2 – P&ID showing borderlines for MF HF2020

## Annex B (informative) Simplifying consequence assessment

### B.1 Consequence assessment of the standard sub functions

The consequence assessment of the MF already performed may be used as a basis for (default) establishing the consequence assessment for the standard sub functions. It is recommended that these evaluations are verified by experienced process personnel and adjusted individually if needed.

An example of guidelines for the standardised sub functions for one project is shown in Table B.1.

NOTE - 'Other functions' have to be assessed independently.

**Table B.1 - Project guideline example of consequence assessment of standardized sub functions, based on the MF consequence assessment**

Standard sub function	Assessing loss of function	Red degr	HSE	P	C
Main task	<b>Red.:</b> Will inherit the MF-redundancy. <b>HSE/ production/cost:</b> Will inherit the MF - consequence assessment .	MF	MF	MF	MF
Pressure, relief	<b>Red.:</b> No redundancy for the failure mode 'Fail to operate on demand'. <b>HSE:</b> Potential for serious personnel injury. <b>Prod.:</b> Will inherit the MF consequence assessment if time to repair exceeds 4 hours. <b>Cost:</b> Will lead to substantial cost, exceeding 1 MNOK	A	H	MF	H
Shut down, process	<b>Red.:</b> No redundancy for the failure mode 'Fail to operate on demand'. <b>HSE:</b> Potential for serious personnel injuries. Potential for fire in classified areas. Potential for moderate or large pollution. <b>Prod.:</b> Will inherit the MF consequence assessment if time to repair exceeds 4 hours. <b>Cost:</b> Will lead to substantial cost, exceeding 1 MNOK.	A	H	MF	H
Shut down, equipment	<b>Red.:</b> No redundancy for the failure mode 'Fail to operate on demand'. <b>HSE:</b> Potential for injury requiring medical treatment. Limited effect on safety systems controlling hydrocarbons. No potential for fire in classified areas. <b>Prod.:</b> No effect on production. <b>Cost:</b> Will lead to cost between 0,1 – 1 MNOK.	A	M	L	M
Controlling	<b>Red.:</b> Will inherit the MF – redundancy. <b>HSE:</b> Will inherit the MF consequence assessment. <b>Prod.:</b> Will inherit the MF consequence assessment if time to repair exceeds 4 hours. <b>Cost:</b> Will inherit the MF consequence assessment.	MF	MF	MF	MF
Monitoring	<b>Red.:</b> Will inherit the MF – redundancy. <b>HSE:</b> Potential for injury requiring medical treatment. Limited effect on safety systems controlling hydrocarbons. No potential for fire in classified areas. Potential for moderate pollution. <b>Prod.:</b> No effect on production within a period of 12 hours. <b>Cost:</b> Will lead to insignificant cost less than 0,1 MNOK.	MF	M	L	L
Local indication	<b>Red.:</b> Will always inherit the MF – redundancy. <b>HSE:</b> No potential for: Injury, fire or effect on safety systems. No potential for pollution. <b>Prod.:</b> No effect on production within a period of 12 hours. <b>Cost:</b> will lead to insignificant cost less than 0,1 MNOK.	MF	L	L	L
Manual shut-off	<b>Red.:</b> Will always inherit the MF redundancy. <b>HSE:</b> Will always inherit the MF - consequence assessment.	MF	MF	MF	MF

Standard sub function	Assessing loss of function	Red. degr.	HSE	P	G
	<b>Prod.:</b> Will inherit the MF consequence assessment if time to repair exceeds 4 hours. <b>Cost:</b> Will always inherit the MF consequence assessment.				
Containment	<b>Red.:</b> No redundancy (normally) for loss of containment. <b>HSE/ production/cost:</b> See Table 2	A	H/L	MF	H/L

The abbreviations in Table B.1 mean:

- A = redundancy A (see Table 4)
- C = cost
- H = criticality class "High"
- H/L = criticality "High" or "Low"
- L = criticality class "Low"
- M = criticality class "Medium"
- MF = main function
- P = production
- RED = Redundancy
- PROD = Production

### B.2 Effect of pollution

Examples of consequence classification caused by pollution:

#### Potential for large pollution

- Hydrocarbons : > 100 m3
- Chemical group 1 : > 200 litres
- Chemical group 2 : > 1 m3
- Chemical group 3 : > 10 m3

#### Potential for moderate pollution

- Hydrocarbons : 1 – 100 m3
- Chemical group 1 : 25 – 200 litres
- Chemical group 2 : 0.25 – 1 m3
- Chemical group 3 : 1 – 10 m3

#### No potential for pollution exceeding

- Hydrocarbons : < 1 m3
- Chemical group 1 : < 25 litres
- Chemical group 2 : < 200 litres
- Chemical group 3 : < 1 m3

NOTE - The chemical groups referred to are different types of chemicals which are divided into groups depending on their ability to harm the environment and/or human life. The types of chemicals and the consequence of a leakage to the environment may differ from case to case, e.g. offshore/ land, open air/confined area.

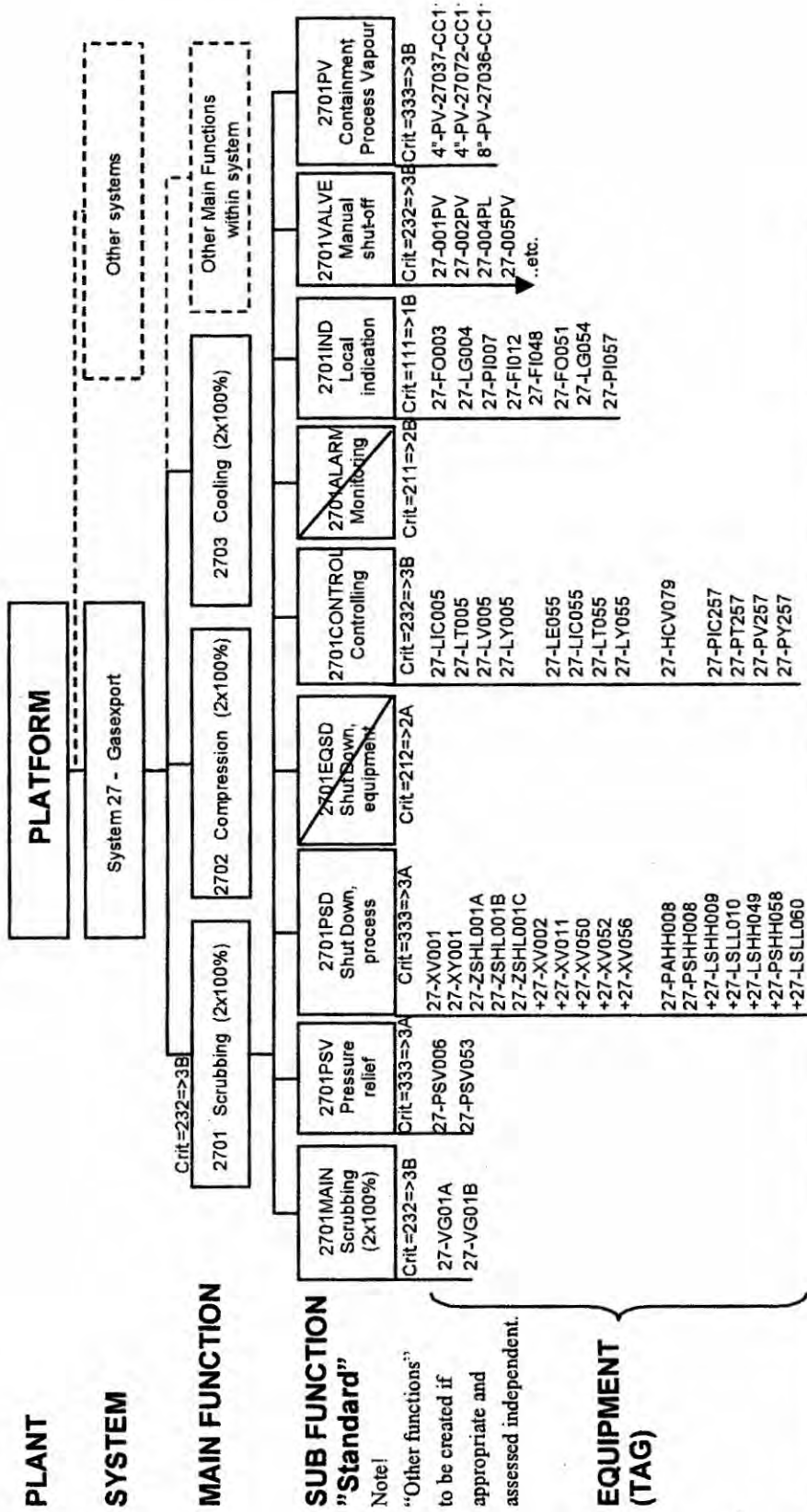
## **Annex C (informative) Practical examples**

### **C.1 Functional hierarchy**

The plant system 27 (gas export) is shown in Figure C.1 in a schematic diagram of a plant (platform) which has been broken down into equipment (identified by its tag number). The defined MFs covering part of this system and the standardised sub functions for one of these MFs are illustrated as an example.

Each tag within one sub function is given the same classification because a fault on any of these units (identified by the tag numbers) will cause the same consequence on the MF.





Explanation: Crit. = Criticality expressed as Consequence. Figures: 3=High, 2=Medium, 1=Low HSE, Production and Cost respectively. =>Last result is a combination of the highest Consequence and Redundancy degree (A-No spare, B-One spare, C-Two or more spares) in operational phase.

Figure C.1 – Functional hierarchy, example with standard sub functions

## C.2 Documenting the result

A typical example of a criticality analysis of a MF (2701 Scrubbing), with standard sub functions listed, is shown in Figure C.2. This MF consists of two parallel units, each able to perform 100 % of the scrubbing function in relevant operating mode. Although this example identifies 100 % redundancy for this MF, redundancy is ignored at this time. For the purpose of determining the consequence class all MFs should be considered as single, irrespective of their design redundancy. A fault (which prevents the MF from operating) will affect the system (Gas export) immediately (within '0' hours) with a 100 % loss of functionality. This time is called 'Critical time' in the list of sub functions. The consequence classification is 3 (high), 2 (medium) and 1 (low). The degree of redundancy is set by characters A, B or C as defined in 5.4.1, for the relevant operating mode.

Z008	CRITICALITY OF MAIN FUNCTION AND ITS FUNCTIONS	21-feb-00 Page 1 of 1
------	------------------------------------------------	--------------------------

**System: 27. GAS PIPELINE COMPRESSION, METERING AND TRA**

**Main Function: 2701 SCRUBBING** parallel Unit: 2 capacity per unit: 100 % redundant grade B  
 Documents: Doc. A: C-F027-P-P-002-01 Doc. B: C-F027-P-E-001004-01 PID: C025-C-F027-P-E-001-01 rev. B last updated: 21.02.00

Critical failure which affects system in 0 hours with 100% reduction.			
Failure mode: System effect:	Installation effect		
Vikar like: System is shut down/is not available. Max. 4 hours (valve/instrument failure).	Gas production is shut down and flared. CO2 tax (100.000 -1 mill. NOK), end environmental consequence. Oil production to be maintained acc to tariff quotas.		
Vikar fell: Reduced condensate separation	No immediate effect		
			Criticality S P C H 2 3 2 N 1 1 1 N

Function	Description	reductio	Crit. time	PU*Cap*Re	Doesst.work	Works Improperly	Criticality
2701MAIN	Scrubbing	100%	0	2*100>B	232-N	111-N	232->3
2701ALARM	Monitoring	0%	168	2*100>B	211-Y	111-N	211->2
2701CONTRO	Controlling	100%	0	2*100>B	232-N	111-Y	232->3
2701IND	Local Indication	0%	720	2*100>B	111-N	111-Y	111->1
2701PSD	Shutdown, Process	100%	0	2*100>A	333-Y	111-N	333->3
2701EQSD	Shutdown, Equipment	100%	0	2*100>A	212-Y	111-N	212->2
2701PSV	Pressure Relief	100%	0	2*100>A	333-Y	111-N	333->3
2701VALVE	Manual Shut-Off	100%	0	2*100>B	232-N	-	232->3
2701PV	Containment, Process Vapour	100%	0	2*100>A	333-N	-	333->3

**Figure C.2 – Consequence assessment of a MF. The example is shown with some key data and the classification of the sub functions listed below**

## Annex D (informative) Relations to other NORSOK standards

Analyses for safety, reliability and maintenance are related. The following NORSOK standards deal with these issues as depicted in Figure D.1:

- NORSOK standard Z-008  
The purpose of the standard is to provide requirements for effective planning and execution of criticality analysis for maintenance purposes - and guidelines for establishing a basis for preparation and optimisation of maintenance taking into account risks related to personnel, environment, production loss and direct economical cost.
- NORSOK standard Z-013  
The purpose of the standard is to establish requirements for effective planning, execution and use of risk and emergency preparedness analysis. Also the use of risk acceptance criteria is covered, thus the standard covers some aspects of risk assessment.
- NORSOK standard Z-016  
The purpose of the standard is to establish requirements to planning, executing and use of reliability technology. The standard focuses on regularity management and analysis of facilities and operations, as well as availability and reliability at system or equipment level, and qualified application of reliability and maintenance data.

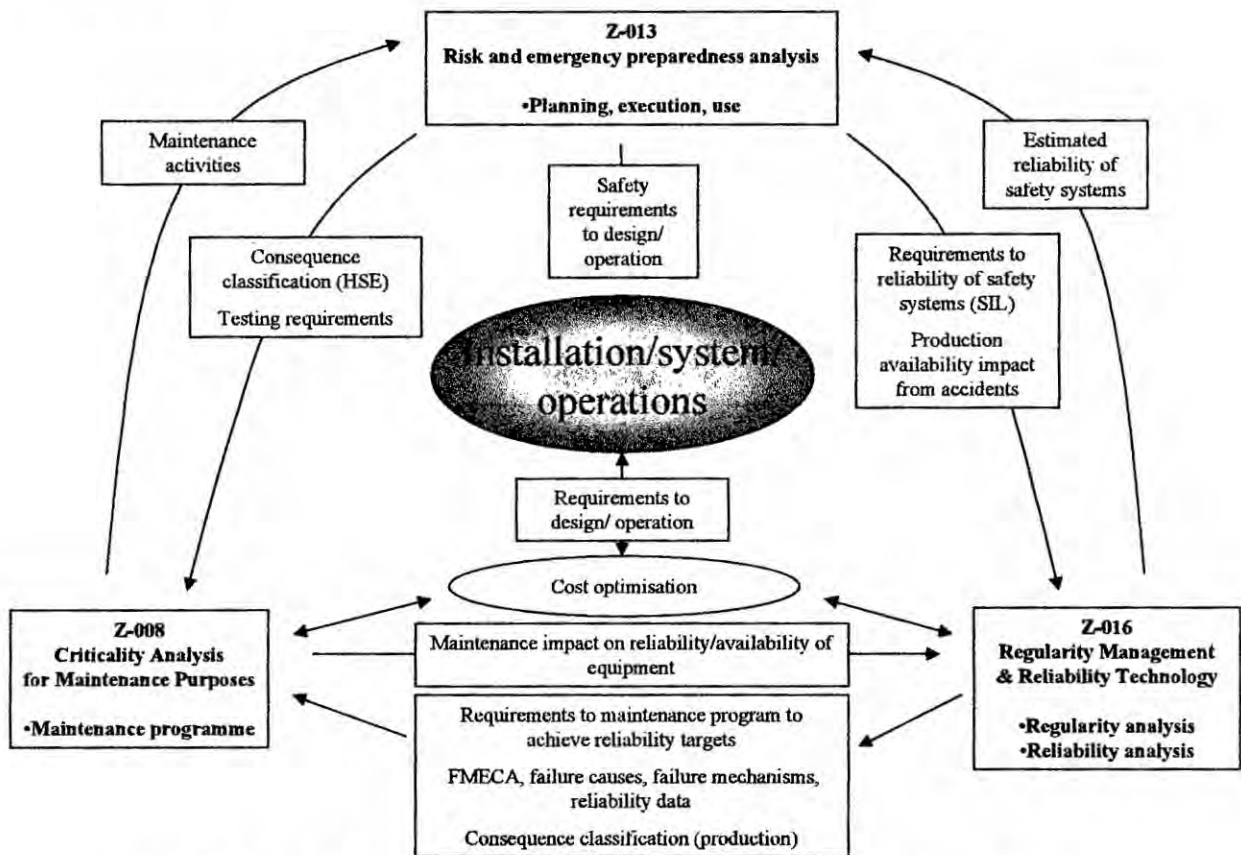


Figure D.1 – Relations between NORSOK standards Z-008, Z-013 and Z-016

## Bibliography

1. NORSOK S-CR-002 Health, safety and environment during construction
2. NORSOK S-001 Technical safety
3. NORSOK Z-DP-002 Coding system

# **ANEXO 02**

# NORMA PARA VEHÍCULOS AEROESPACIALES Y DE SUPERFICIE

SAE JA1011

EN  
AG

Emitida 1999-08

ANEX C

## Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

**Prólogo**— El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) fue desarrollado inicialmente por la industria comercial de aviación para mejorar la seguridad y la confiabilidad de sus equipos. Fue documentado por primera vez en un reporte escrito por F.S. Nowlan y H.F. Heap y publicado por el Departamento de Defensa de U.S. en 1978. Desde entonces, MCC ha sido utilizado para ayudar a formular estrategias de mantenimiento de activos físicos en casi todas las áreas de trabajo humano organizado, y en casi todos los países industrializados del mundo. El proceso definido por Nowlan and Heap ha servido de base a varios documentos de aplicación en los cuales el proceso MCC ha sido desarrollado y perfeccionado a través de los años. La mayoría de estos documentos conservan los elementos claves del proceso original. Sin embargo, el uso extendido del término "MCC" ha llevado a enaltecer un número de procesos que difieren significativamente del original, pero que sus defensores los llaman también "MCC". Muchos de estos otros procesos fallan en el logro de las metas de Nowlan and Heap, y algunos son activamente contraproducentes.

Como resultado, ha habido un crecimiento de la demanda internacional por una norma que imponga los criterios que cualquier proceso deba cumplir para ser llamado "MCC". Este documento contempla esa necesidad. Los criterios en esta norma SAE están basados en los procesos MCC y los conceptos de tres documentos sobre MCC: (1) Libro de 1978 de Nowlan and Heap, "Reliability-Centered Maintenance," (2) MIL-STD-2173(AS) de la Aviación Naval de U.S. (Reliability-Centered Maintenance Requirements of Naval Aircraft, Weapons Systems and Support Equipment) y su sucesor, U.S. Naval Air Systems Command Management Manual 00-25-403 (Guidelines for the Naval Aviation Reliability-Centered Maintenance Process), y (3) "Reliability-Centered Maintenance (RCM 2)," por John Moubray. Estos documentos son considerados como los documentos sobre MCC disponibles más ampliamente usados y aceptados.

Este documento describe los criterios mínimos que cualquier proceso debe cumplir para ser llamado "MCC". No intenta definir un proceso específico de "MCC".

Este documento está concebido para cualquier persona que desee determinar si cualquier proceso que pretenda ser MCC es de hecho MCC. Es específicamente útil para personas que deseen contratar servicios de MCC (entrenamiento, análisis, facilidades, consultoría, o cualquier combinación de estos).

TABLA DE CONTENIDO

1.	Alcance.....	2
1.1	Propósito .....	2
2.	Referencias .....	2
2.1	Publicaciones Relacionadas .....	2
2.1.1	Publicaciones SAE .....	2
2.1.2	Publicaciones del Departamento de Comercio de U.S.....	3
2.1.3	Publicaciones del Departamento de Defensa de U.S.....	3
2.1.4	Publicaciones de la Prensa Industrial.....	3
2.1.5	Publicaciones del Ministerio de Defensa de U.K.....	3
2.2	Otras Publicaciones .....	3
3.	Definiciones.....	4
4.	Siglas.....	6
5.	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC).....	6
5.1	Funciones.....	6
5.2	Fallas Funcionales .....	6
5.3	Modos de Falla.....	7
5.4	Efectos de Falla.....	7
5.5	Categorías de Consecuencias de Falla.....	7
5.6	Selección de las Políticas de Manejo de Fallas.....	7
5.7	Políticas de Manejo de Fallas— Tareas Programadas.....	8
5.8	Políticas de Manejo de Fallas— Cambio de Especificaciones y Operar hasta Fallar .....	9
5.9	Un Programa de Vida.....	10
5.10	Formulación Estadística y Matemática.....	10
6.	Notas .....	10
6.1	Palabras Claves .....	10

1. **Alcance**— Esta norma SAE para Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) está concebida para ser utilizada por cualquier organización que tiene o haga uso de activos físicos o sistemas que desee manejar responsablemente.

1.1 **Propósito**— Este documento está concebido para ser utilizado en la evaluación de cualquier proceso que pretende ser un proceso MCC, con la finalidad de determinar si es un verdadero proceso MCC. El mismo apoya tal evaluación especificando los criterios mínimos que un proceso debe tener para ser un proceso MCC.

2. **Referencias**

2.1 **Publicaciones Relacionadas**— Las siguientes publicaciones se dan sólo con propósitos informativos y no son parte requerida de este documento.

2.1.1 PUBLICACIONES SAE — Disponible en SAE, 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001.

SAE JA1012— A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard



SAE JA1011 Issued AUG1999 (Traducción)

- 2.1.2 PUBLICACIONES DEL DEPARTAMENTO DE COMERCIO DE U.S.— Disponible en NTIS, Port Royal Road, Springfield, VA 22161

Nowlan, F. Stanley, and Howard F. Heap, "Reliability-Centered Maintenance," Departamento de Defensa, Washington, D.C. 1978. Número de Reporte AD-A066579.

- 2.1.3 PUBLICACIONES DEL DEPARTAMENTO DE DEFENSA DE U.S.— Disponible en DODSSP, Subscription Services Desk, Building 4/Section D, 700 Robbins Avenue, Philadelphia, PA 19111-5098

MIL-STD 2173(AS)— "Reliability-Centered Maintenance Requirements for Naval Aircraft, Weapons Systems and Support Equipment" (U.S. Naval Air Systems Command)

NAVAIR 00-25-403— "Guidelines for the Naval Aviation Reliability Centered Maintenance Process" (U.S. Naval Air System Command)

MIL-P-24534— "Planned Maintenance System: Development of Maintenance Requirement Cards, Maintenance Index Pages, and Associated Documentation" (U.S. Naval Sea Systems Command)

S9081-AB-GIB-010/MAINT— "Reliability-Centered Maintenance Handbook" (U.S. Naval Sea Systems Command)

- 2.1.4 PUBLICACIONES DE LA PRENSA INDUSTRIAL— Disponible en Industrial Press, Inc., 200 Madison Avenue, New York City, New York, 10016 (también disponible en Butterworth-Heinemann, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, Great Britain OX2 8DP).

Moubray, John, "Reliability-Centered Maintenance," 1997

- 2.1.5 PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE DEFENSA DE U.K.— Disponible en Reliability-centred Maintenance Implementation Team, Ships Support Agency, Ministry of Defence (Navy), Room 22, Block K, Foxhill, Bath, BA1 5AB United Kingdom.

NES 45— Naval Engineering Standard 45, "Requirements for the Application of Reliability-Centred Maintenance Techniques to HM Ships, Royal Fleet Auxiliaries and other Naval Auxiliary Vessels"(Restricted-Commercial)

- 2.2 **Otras Publicaciones**— Las siguientes publicaciones fueron consultadas durante el desarrollo de esta SAE y no son una parte requerida de este documento.

Anderson, Ronald T. and Neri, Lewis, "Reliability-Centered Maintenance: Management and Engineering Methods," Elsevier Applied Science, London and New York, 1990

Blanchard, B.S., Verma, D., and Peterson, E.L., "Maintainability: A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management," John Wiley and Sons, New York, 1995

"Dependability Management— Part 3-11: Application Guide— Reliability Centred Maintenance," International Electrotechnical Commission, Geneva, Document No. 56/651/FDIS.

Jones, Richard B., "Risk-Based Management: A Reliability-Centered Approach," Gulf Publishing Company, Houston, TX, 1995

MSG-3, "Maintenance Program Development Document," Air transport Association, Washington DC, Revision 2 1993

"Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis," Department of Defense, Washington, DC, Military Standard MIL-DTD. 1629A, Notice 2, 1984

"Reliability Centered Maintenance for Aircraft, Engines, and Equipment," United States Air Force, MIL-STD-1843 (NOTA: Cancelado sin reemplazo en Agosto de 1995)

Smith, Anthony M., "Reliability Centered Maintenance," McGraw-Hill, New York, 1993

Zwengelstein, G., "Reliability Centered Maintenance, A Practical Guide for Implementation," Hermés, Paris, 1996

**3. Definiciones**

- 3.1 Cambio de Especificaciones**— Cualquier acción tomada para cambiar la configuración física de un activo o sistema (rediseño o modificación), cambiar el método utilizado por un operador o mantenedor para el desarrollo de una tarea específica, cambiar el contexto operacional del sistema, o cambiar la capacidad de un operador o mantenedor (entrenamiento).
- 3.2 Capacidad Inicial**— El nivel de operación que el activo físico o sistema es capaz de lograr en el momento que entra en servicio.
- 3.3 Consecuencias Ambientales**— Un modo de falla o falla múltiple tiene consecuencias ambientales si puede violar cualquier norma ambiental corporativa, municipal, regional, nacional o internacional, o la regulación que aplica para el activo físico o sistema en consideración.
- 3.4 Consecuencias de Falla**— Los efectos que puede provocar un modo de falla o una falla múltiple (evidencia de falla, impacto en la seguridad, en el ambiente, en la capacidad operacional, en los costos de reparación directos o indirectos).
- 3.5 Consecuencias en la Seguridad**— Un modo de falla o falla múltiple tiene consecuencias en la seguridad si puede dañar o matar a un ser humano.
- 3.6 Consecuencias No Operacionales**— Una categoría de consecuencias de falla que no afecta adversamente la seguridad, el ambiente, o las operaciones, y que sólo requiere reparación o reemplazo de cualquier componente (s) que podría ser afectado por la falla.
- 3.7 Consecuencias Operacionales**— Una categoría de consecuencias de falla que afecta adversamente la capacidad operacional de un activo físico o sistema (producción, calidad del producto, servicio al consumidor, capacidad militar, o costos operacionales en adición al costo de reparación).
- 3.8 Contexto Operacional**— Las circunstancias bajo las cuales se espera que opere el activo físico o sistema.
- 3.9 Desempeño deseado**— El nivel de desempeño deseado por el dueño o usuario de un activo físico o sistema.
- 3.10 Desincorporación Programada**— Una tarea programada que trae consigo la desincorporación de un ítem en o antes de un límite de longevidad específico sin tener en cuenta su condición en el momento.
- 3.11 Dispositivo Protector o Sistema Protector**— Un dispositivo o sistema que pretende evitar, eliminar, o minimizar las consecuencias de falla de cualquier otro sistema.
- 3.12 Dueño**— Una persona u organización que puede sufrir o acarrear la responsabilidad por las consecuencias de un modo de falla en virtud de la propiedad del activo o sistema.
- 3.13 Efecto de Falla**— Lo que pasa cuando ocurre un modo de falla.
- 3.14 Falla Evidente**— Un modo de falla cuyos efectos se toman evidentes para el personal de operaciones bajo circunstancias normales, si el modo de falla ocurre aislado.
- 3.15 Falla Funcional**— Un estado en el que un activo físico o sistema no se encuentra disponible para ejercer una función específica a un nivel de desempeño deseado.
- 3.16 Falla Múltiple**— Un evento que ocurre si una función protegida falla mientras su dispositivo o sistema protector se encuentra en estado de falla.

SAE JA1011 Issued AUG1999 (Traducción)

- 3.17 Falla Oculta**— Un modo de falla cuyo efecto no es evidente para el personal de operaciones bajo circunstancias normales, si el modo de falla ocurre aislado.
- 3.18 Falla Potencial**— Una condición identificable que indica que una falla funcional está a punto de ocurrir o está en proceso de ocurrir.
- 3.19 Función**— Lo que el dueño o usuario desea que realice un activo físico o sistema.
- 3.20 Función Evidente**— Una función cuya falla aislada se vuelve evidente al personal de operaciones bajo circunstancias normales.
- 3.21 Función Oculta**— Una función cuya falla aislada no se vuelve evidente para el personal de operaciones bajo circunstancias normales.
- 3.22 Función(es) Primaria(s)**— La(s) función(es) que constituyen la(s) razón(es) principal(es) por las que el activo físico o sistema es adquirido por su dueño o usuario.
- 3.23 Funciones Secundarias**— Las funciones que un activo físico o sistema tiene que cumplir a parte de su(s) función(es) primaria(s), tales como aquellas que se necesitan para cumplir con los requerimientos regulatorios y aquellas a las cuales conciernen los problemas de protección, control, contención, confort, apariencia, eficiencia de energía e integridad estructural.
- 3.24 Intervalo P-F**— El intervalo entre el punto en que el potencial de falla se hace detectable y el punto en que este se degrada hasta una falla funcional (también conocido como "período para el desarrollo de falla" o "tiempo esperado para la falla".)
- 3.25 Longevidad**— Una medida de exposición al esfuerzo, calculada desde el momento en el cual un elemento o componente entra en servicio cuando nuevo o vuelve a entrar en servicio después de una tarea designada para restaurar su capacidad inicial, y puede ser medida en términos de tiempo calendario, tiempo de operación, distancia recorrida, ciclos de durabilidad o unidades de producción o rendimiento.
- 3.26 Modo de Falla**— Un evento único, que causa una falla funcional.
- 3.27 Operar hasta Fallar**— Una política de manejo de fallas que permite que un modo de falla específico ocurra sin ningún esfuerzo para anticiparla o prevenirla.
- 3.28 Política de Manejo de Fallas**— Un término genérico que abarca tareas basadas en condición, restauración programada, desincorporación programada, detección de falla, operar hasta fallar y cambios una vez.
- 3.29 Probabilidad Condicional de Falla**— La probabilidad de que una falla ocurra en un período específico, dado que el ítem involucrado ha sobrevivido al comienzo de ese período.
- 3.30 Programado**— Se establece como fijo, a intervalos predeterminados, incluye el "monitoreo continuo" (donde el intervalo es efectivamente cero).
- 3.31 Restauración Programada**— Una tarea programada que restaura la capacidad de un elemento en o antes de un intervalo especificado (límite de longevidad), sin tener en cuenta su condición en el momento, a un nivel que proporciona una probabilidad tolerable de supervivencia hasta el final de otro intervalo especificado.
- 3.32 Tarea Apropia**— Una tarea que es técnicamente factible y al mismo tiempo vale la pena realizar (aplicable y efectiva).

- 3.33 Tarea Basada en Condición**— Una tarea programada usada para detectar un potencial de falla.
- 3.34 Tarea para Detectar Fallas**— Una tarea programada utilizada para determinar si ha ocurrido una falla oculta específica.
- 3.35 Usuario**— Una persona u organización que opera un activo o sistema y podría sufrir o acarrear la responsabilidad por las consecuencias de un modo de falla de ese sistema.

#### **4. Siglas**

##### **4.1 MCC**— Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

- 5. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)**— Cualquier proceso MCC debe asegurarse de responder satisfactoriamente las siguientes siete preguntas y además, ser respondidas en la secuencia que se muestra:

- a. ¿Cuáles son las funciones deseadas y los estándares de desempeño asociados del activo en su contexto operacional presente (funciones)?
- b. ¿De qué maneras puede fallar al cumplir sus funciones (fallas funcionales)?
- c. ¿Qué causa cada falla funcional (modos de falla)?
- d. ¿Qué pasa cuando ocurre cada falla funcional (efectos de falla)?
- e. ¿De qué manera afecta cada falla (consecuencias de falla)?
- f. ¿Qué se debe hacer para predecir o prevenir cada falla (tareas proactivas e intervalos de tareas)?
- g. ¿Qué se debe hacer si una tarea proactiva que conviene no está disponible (acciones predeterminadas)?

Para responder cada una de las preguntas anteriores "satisfactoriamente", se debe recolectar la siguiente información, y se deben tomar las siguientes decisiones. Toda la información y decisiones deben ser documentadas de manera que estén totalmente disponibles para el dueño o usuario y sean aceptables para los mismos.

#### **5.1 Funciones**

- 5.1.1 Se debe definir el contexto operacional del activo.
- 5.1.2 Se deben identificar todas las funciones del activo/sistema (todas las funciones primarias y secundarias, incluyendo las funciones de todos los dispositivos de protección).
- 5.1.3 Todos los enunciados de una función deben contener un verbo, un objeto, y un estándar de desempeño (cuantificado en cada caso que se pueda hacer).
- 5.1.4 Los estándares de desempeño incorporados en los enunciados de una función deben tener el nivel de desempeño deseado por el dueño o usuario del activo/sistema en su contexto operacional.

#### **5.2 Fallas Funcionales**— Se deben definir todos los estados de falla asociados con cada función.

#### **5.3 Modos de Falla**

- 5.3.1 Se deben identificar los modos de falla "probables" que puedan causar cada falla funcional.
- 5.3.2 El método utilizado para decidir que constituye un modo de falla "probable" debe ser aceptado por el dueño o usuario del activo.

## SAE JA1011 Issued AUG1999 (Traducción)

- 5.3.3 Se deben identificar los modos de falla en un nivel de causalidad que haga posible identificar una política de manejo de fallas apropiada.
- 5.3.4 Las listas de los modos de falla deben incluir los modos de falla que han ocurrido antes, los modos de falla que están siendo prevenidos actualmente por la existencia de programas de mantenimiento, y los modos de falla que no han ocurrido aún pero que se piensan probables (creibles) en el contexto operacional.
- 5.3.5 Las listas de los modos de falla deben incluir cualquier evento o proceso que probablemente pueda causar una falla funcional, incluyendo deterioro, defectos de diseño, y errores humanos que pueden ser causados por operadores o mantenedores (a menos que el error humano esté siendo activamente dirigido por un proceso analítico aparte del MCC).

### 5.4 Efectos de Falla

- 5.4.1 Los efectos de falla deben describir lo que puede pasar si no se realiza ninguna tarea específica para anticipar, prevenir o detectar la falla.
- 5.4.2 Los efectos de falla deben incluir toda la información necesaria para soportar la evaluación de las consecuencias de la falla, tales como:
  - a. ¿Qué evidencia (si existe alguna) que la falla ha ocurrido (en el caso de funciones ocultas, que podría pasar si ocurre una falla múltiple)?
  - b. ¿Qué hace (si ocurre algo) para matar o dañar a alguien, o para tener efectos adversos en el ambiente?
  - c. ¿Qué hace (si hace algo) para tener un efecto adverso en la producción o en las operaciones?
  - d. ¿Qué daño físico (si existe alguno) causa la falla?
  - e. ¿Qué (si existe algo) debe ser hecho para restaurar la función del sistema después de la falla?

### 5.5 Categorías de Consecuencias de Falla

- 5.5.1 Las consecuencias de cada modo de falla deben ser formalmente categorizadas como sigue:
  - 5.5.1.1 El proceso de categorización de consecuencias debe separar los modos de falla ocultos de los modos de falla evidentes.
  - 5.5.1.2 El proceso de categorización de consecuencias debe distinguir claramente los eventos (modos de falla y fallas múltiples) que tengan consecuencias en la seguridad y/o el ambiente de los que sólo tengan consecuencias económicas (consecuencias operacionales y no operacionales).
- 5.5.2 La valoración de las consecuencias de falla se debe llevar a cabo como si ninguna tarea específica se esté llevando a cabo actualmente para anticipar, prevenir o detectar la falla.

### 5.6 Selección de las Políticas de Manejo de Fallas

- 5.6.1 El proceso de selección de manejo de fallas debe tomar en cuenta el hecho de que la probabilidad condicional de algunos modos de falla se incrementará con el tiempo (o con la exposición al esfuerzo), que la probabilidad condicional de otros no cambiará con el tiempo y que la probabilidad condicional de otros tampoco decrecerá con el tiempo.
- 5.6.2 Todas las tareas programadas deben ser técnicamente factibles y que valgan la pena hacerlas (aplicables y efectivas), y los medios por los cuales este requerimiento deberá ser satisfecho están fijados en 5.7.

**SAE JA1011 Issued AUG1999 (Traducción)**

5.6.3 Si dos o más políticas de manejo de fallas propuestas son técnicamente factibles y valen la pena hacerlas (aplicables y efectivas), se debe seleccionar la política que sea mejor costo-efectiva.

5.6.4 La selección de las políticas de manejo de fallas debe ser llevada a cabo como si ninguna tarea específica estuviese siendo realizada actualmente para anticipar, prevenir o detectar la falla.

**5.7 Políticas de Manejo de Fallas— Tareas Programadas**

5.7.1 Todas las tareas programadas deben cumplir con los siguientes criterios:

5.7.1.1 En el caso de que un modo de falla evidente tenga consecuencias en la seguridad o en el ambiente, la tarea debe reducir la probabilidad del modo de falla a un nivel que sea tolerable para el dueño o usuario del activo.

5.7.1.2 En el caso de un modo de falla oculta en el que la falla múltiple asociada tenga consecuencias en la seguridad o en el ambiente, la tarea debe reducir la probabilidad del modo de falla oculta a una magnitud que disminuya la probabilidad de la falla múltiple asociada a un nivel tolerable para el dueño o usuario del activo.

5.7.1.3 En el caso de un modo de falla evidente que no tenga consecuencias en la seguridad o en el ambiente, los costos directos o indirectos de la tarea deben ser menores que los costos directos o indirectos del modo de falla cuando se calculan en períodos de tiempo comparables.

5.7.1.4 En el caso de un modo de falla oculta en el que la falla múltiple asociada no tenga consecuencias en la seguridad o en el ambiente, los costos directos o indirectos de la tarea deben ser menores que los costos directos o indirectos de una falla múltiple más el costo de reparación del modo de falla oculta cuando se calculen en períodos de tiempo comparables.

5.7.2 Tareas Basadas en Condición— Cualquier tarea basada en condición que se seleccione (o predictiva, o basada en condición, o tarea de monitoreo de condición) debe satisfacer los siguientes criterios adicionales:

5.7.2.1 Debe existir un potencial de falla claramente definido.

5.7.2.2 Debe existir un intervalo P-F identificable (o período para el desarrollo de falla).

5.7.2.3 El intervalo de la tarea debe ser menor que el intervalo P-F probable más corto.

5.7.2.4 Debe ser físicamente posible realizar la tarea en intervalos menores que el intervalo P-F.

5.7.2.5 El tiempo más corto entre la detección de un potencial de falla y la ocurrencia de una falla funcional (el intervalo P-F menos el intervalo de la tarea) debe ser suficientemente largo para predeterminar la acción a ser tomada para evitar, eliminar o minimizar las consecuencias del modo de falla.

5.7.3 Tareas de Desincorporación Programada— Cualquier tarea de desincorporación programada seleccionada debe satisfacer los siguientes criterios adicionales:

5.7.3.1 Debe estar claramente definida (preferiblemente demostrable) la longevidad en la cual hay un incremento en la probabilidad condicional del modo de falla en consideración.

5.7.3.2 Debe existir una proporción suficientemente grande de las ocurrencias de este modo de falla después de esta longevidad para reducir la probabilidad de una falla prematura a un nivel que sea tolerable para el dueño o usuario del activo.

**SAE JA1011 Issued AUG1999 (Traducción)**

5.7.4 Tareas de Restauración Programada— Cualquier tarea de restauración programada seleccionada debe satisfacer los siguientes criterios adicionales:

5.7.4.1 Debe estar claramente definida (preferiblemente demostrable) la longevidad a la cual hay un incremento en la probabilidad condicional del modo de falla en consideración.

5.7.4.2 Debe existir una proporción suficientemente grande de las ocurrencias de este modo de falla después de esta longevidad para reducir la probabilidad de una falla prematura a un nivel que sea tolerable para el dueño o usuario del activo.

5.7.4.3 La tarea debe restaurar la resistencia a fallar (condición) del componente a un nivel que sea tolerable para el dueño o usuario del activo.

5.7.5 Tareas de Detección de Fallas— Cualquier tarea de detección de fallas seleccionada debe satisfacer los siguientes criterios adicionales (detección de fallas no aplica para modos de falla evidentes):

5.7.5.1 La base sobre la cual se selecciona el intervalo de tarea debe tomar en cuenta la necesidad de reducir la probabilidad de una falla múltiple del sistema protector asociado a un nivel que sea tolerable para el dueño o usuario del activo.

5.7.5.2 La tarea debe confirmar que todos los componentes cubiertos por la descripción del modo de falla estén funcionales.

5.7.5.3 La tarea de detección de falla y el proceso de selección del intervalo asociado deben tomar en cuenta cualquier probabilidad de que la tarea por si misma pueda dejar la función oculta en un estado de falla.

5.7.5.4 Debe ser físicamente probable hacer la tarea en los intervalos especificados.

**5.8 Políticas de Manejo de Fallas— Cambios Una Vez y Operar hasta Fallar**

5.8.1 Cambios una vez

5.8.1.1 El proceso MCC se esfuerza por obtener el desempeño deseado del sistema considerando como está configurado y operado actualmente, a través de la aplicación de tareas programadas apropiadas.

5.8.1.2 En los casos donde tales tareas no estén disponibles, pueden ser necesarios cambios una vez del activo o sistema, sujeto a los siguientes criterios:

5.8.1.2.1 En los casos donde la falla es oculta, y la falla múltiple asociada tiene consecuencias en la seguridad y en el ambiente, es mandatorio cambios una vez que reduzcan la probabilidad de una falla múltiple a un nivel tolerable para el dueño o usuario del activo.

5.8.1.2.2 En los casos donde el modo de falla es evidente y tiene consecuencias en la seguridad y en el ambiente, es mandatorio cambios una vez que reduzcan la probabilidad de una falla múltiple a un nivel tolerable para el dueño o usuario del activo.

5.8.1.2.3 En casos donde el modo de falla es oculto y la falla múltiple asociada no tiene consecuencias en la seguridad ni en el ambiente, cualquier cambio una vez debe ser costo-efectivo en opinión del dueño o usuario del activo.

5.8.1.2.4 En casos donde el modo de falla es evidente y no tiene consecuencias en la seguridad ni en el ambiente, cualquier cambio una vez debe ser costo-efectivo en opinión del dueño o usuario del activo.

5.8.2 Operar hasta Fallar— Cualquier política de operar hasta fallar seleccionada debe satisfacer los criterios apropiados como sigue:

5.8.2.1 En casos donde la falla es oculta y no hay ninguna tarea programada apropiada, la falla múltiple asociada no debe tener consecuencias en la seguridad ni el ambiente.

5.8.2.2 En casos donde la falla es evidente y no hay ninguna tarea programada apropiada, el modo de falla asociado no debe tener consecuencias en la seguridad ni en el ambiente.

## 5.9 Un Programa de Vida

5.9.1 Este documento reconoce que (a) Muchos de los datos usados en el análisis inicial son inherentemente imprecisos, y que los datos más precisos estarán disponibles en el tiempo, (b) La manera en la cual el activo es utilizado, junto a las expectativas de desempeño asociadas, también cambiarán con el tiempo, y (c) La tecnología de mantenimiento continúa evolucionando. De modo que, una revisión periódica es necesaria si el programa de manejo de activos del MCC derivado es asegurar que los activos continúen cumpliendo las expectativas funcionales actuales de sus dueños y usuarios.

5.9.2 Por consiguiente cualquier proceso MCC debe proveer una revisión periódica de las decisiones y al mismo tiempo de la información usada para soportar dichas decisiones. El proceso suele conducir de tal manera, que una revisión deba asegurar que todas las siete preguntas de la sección 5 continúen siendo respondidas satisfactoriamente y en una manera consistente con el criterio que parte desde 5.1 hasta 5.8.

## 5.10 Formulación Estadística y Matemática

5.10.1 Cualquier formulación estadística y matemática que se pueda utilizar en la aplicación del proceso (especialmente aquellos usados para computar los intervalos de algunas tareas) debe ser lógicamente robusta, y debe estar disponible y ser aprobada por el dueño o usuario del activo.

## 6. Notas

6.1 **Palabras Claves**— Mantenimiento basado en condición, mantenimiento predictivo, mantenimiento preventivo, mantenimiento proactivo, MCC, mantenimiento centrado en confiabilidad, mantenimiento programado.

PREPARADO POR EL SUBCOMITÉ MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD SAE G-11 DEL  
COMITÉ DE SOPORTABILIDAD SAE G-11



**SAE JA1011 Issued AUG1999 (Traducción)**

**Razón—** No aplicable.

**Relación de la Norma SAE a la Norma ISO—** No aplicable.

**Aplicación—** Esta Norma SAE para Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) está concebida para ser utilizada por cualquier organización que tenga o haga uso de activos físicos o sistemas los cuales desee manejar responsablemente.

**Sección de Referencias**

SAE JA1012— A Guide to Reliability-Centered Maintenance (RCM)

Nowlan, F. Stanley, and Howard F. Heap, "Reliability-Centered Maintenance," Department of Defense, Washington, D.C. 1978. Report Number AD-A066579.

MIL-STD 2173(AS)— "Reliability-Centered Maintenance Requirements for Naval Aircraft, Weapons Systems and Support Equipment" (U.S. Naval Air Systems Command)

NAVAIR 00-25-403— "Guidelines for the Naval Aviation Reliability Centered Maintenance Process" (U.S. Naval Air Systems Command)

MIL-P-24534— "Planned Maintenance System: Development of Maintenance Requirement Cards, Maintenance Index Pages, and Associated Documentation" (U.S. Naval Sea Systems Command)

S9081-AB-GIB-010/MAINT— "Reliability-Centered Maintenance Handbook" (U.S. Naval Sea Systems Command)

Moubray, John, "Reliability-Centered Maintenance," 1997

NES 45— Naval Engineering Standard 45, "Requirements for the Application of Reliability-Centred Maintenance Techniques to HM Ships, Royal Fleet Auxiliaries and other Naval Auxiliary Vessels" (Restricted-Commercial)

Anderson, Ronald T. and Neri, Lewis, "Reliability-Centered Maintenance: Management and Engineering Methods," Elsevier Applied Science, London and New York, 1990

Blanchard, B.S., Verma, D., and Peterson, E.L., "Maintainability: A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management," John Wiley and Sons, New York, 1995

"Dependability Management— Part 3-11: Application Guide— Reliability Centred Maintenance," International Electrotechnical Commission, Geneva, Document No. 56/651/FDIS.

Jones, Richard B., "Risk-Based Management: A Reliability-Centered Approach," Gulf Publishing Company, Houston, TX, 1995

MSG-3, "Maintenance Program Development Document," Air transport Association, Washington DC, Revision 2 1993

"Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis," Department of Defense, Washington, DC, Military Standard MIL-DTD. 1629A, Notice 2, 1984

"Reliability Centered Maintenance for Aircraft, Engines, and Equipment, United States Air Force," MIL-STD-1843 (NOTE: Cancelled without Replacement, August 1995)

Smith, Anthony M., "Reliability Centered Maintenance," McGraw-Hill, New York, 1993

**SAE JA1011 Issued AUG1999 (Traducción)**

Zwingelstein, G., "Reliability Centered Maintenance, A Practical Guide for Implementation,"  
Hermés, Paris, 1996

**Desarrollado por el Subcomité Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) SAE G11**

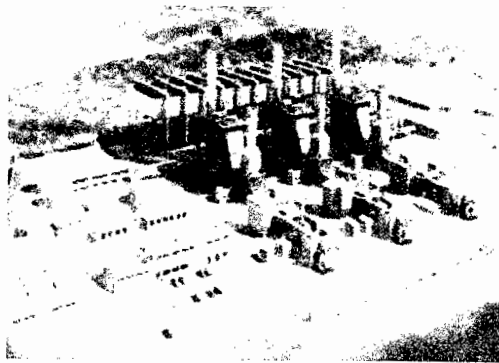
**Patrocinado por el Comité de Soportabilidad SAE G11**

# **ANEXO 03**



Consol

asset management business solutions "creando soluciones"



## OPTIMIZACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO

PMM-PROJECT-006

LIMA

11-11-2013

27-01-2014

9907

ENTREGA  
HITO: 1 Y 2

26-11-2013

KALLPA GENERACION S.A.

26/11/2013



**imimim**  
INSTITUTO  
TRAINER ASSESSOR



Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

**INDICE DE CONTENIDO**

<b>0. OBJETIVO DEL DOCUMENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2. CÁLCULO DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA A PARTICIPAR EN EL ESTUDIO 3PS.....</b>	<b>6</b>
<b>3. ANÁLISIS DEL NIVEL DE MANTENIMIENTO PERCIBIDO POR LA ORGANIZACIÓN (MANTENIMIENTO REACTIVO, RETROALIMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO, MANTENIMIENTO ESTRATÉGICO, MEJOR EN SU CLASE Y CLASE MUNDIAL) .....</b>	<b>8</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA GLOBAL QUE HA PARTICIPADO EN EL ESTUDIO DEL NIVEL DE PERCEPCIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	10
3.2 ENFOQUE GLOBAL DE TODA LA ORGANIZACIÓN - NIVEL DE MANTENIMIENTO PERCIBIDO POR EL PERSONAL DE LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO Y OPERACIONES. ....	14
3.2.1 <i>¿Qué implica una organización en un Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones INSATISFACTORIO (Mantenimiento preventivo No Optimizado)? - PERCEPCIÓN DE LA MUESTRA GLOBAL ENCUESTADA 34 PERSONAS. ....</i>	16
3.2.2 <i>LEYENDA del “Gráfico Radar” que muestra Puntos Fuertes y Débiles.....</i>	18
3.2.3 <i>ENFOQUE GLOBAL DE TODA LA ORGANIZACIÓN - Puntos débiles y fuertes identificados por las áreas de Operaciones y Mantenimiento de Kallpa Generación. ....</i>	18
3.3 RESULTADOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO - PERCEPCIÓN DEL NIVEL DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y OPERACIONES (PUNTOS MUY DÉBILES Y FUERTES IDENTIFICADOS) .....	24
3.3.1 <i>ÁREA DE MANTENIMIENTO- Puntos muy débiles y fuertes identificados por el área de Mantenimiento de Kallpa Generación. ....</i>	26
3.4 RESULTADOS DEL ÁREA DE OPERACIONES- PERCEPCIÓN DEL NIVEL DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y OPERACIONES (PUNTOS MUY DÉBILES Y FUERTES IDENTIFICADOS) .....	30
3.4.1 <i>ÁREA DE OPERACIONES- Puntos muy débiles y fuertes identificados por el área de Operaciones de Kallpa Generación. ....</i>	32
3.5 RESULTADOS DE LA PERCEPCIÓN DEL ÁREA DE PLANEAMIENTO - NIVEL DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y OPERACIONES (PUNTOS MUY DÉBILES Y FUERTES IDENTIFICADOS) .....	37
3.5.1 <i>ÁREA DE PLANEAMIENTO - Puntos muy débiles y fuertes identificados por las áreas de Operaciones y Mantenimiento de Kallpa Generación.....</i>	38
3.6 RESULTADOS DE LA PERCEPCIÓN DEL PERSONAL ESTRATÉGICO DE LA ORGANIZACIÓN - PERCEPCIÓN DEL NIVEL DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y OPERACIONES (PUNTOS MUY DÉBILES Y FUERTES IDENTIFICADOS) .....	42
3.6.1 <i>PERSONAL NIVEL ESTRATÉGICO- Puntos muy débiles y fuertes identificados por las áreas de Operaciones y Mantenimiento de Kallpa Generación.....</i>	43
3.7 RESULTADOS DE LA PERCEPCIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO DE LA ORGANIZACIÓN - PERCEPCIÓN DEL NIVEL DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y OPERACIONES (PUNTOS MUY DÉBILES Y FUERTES IDENTIFICADOS). ....	48
3.7.1 <i>PERSONAL DE NIVEL TÉCNICO- Puntos muy débiles y fuertes identificados por las áreas de Operaciones y Mantenimiento de Kallpa Generación.....</i>	49
3.8 TABLA RESUMEN DEL NIVEL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIONES PERCIBIDO POR LAS DIFERENTES MUESTRAS TOMADAS A ESTUDIO.....	53
<b>4. OPORTUNIDADES DE MEJORA COMENTADAS POR LOS ENTREVISTADOS (MAPA MENTAL).....</b>	<b>55</b>
<b>5. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN JUICIO EXPERTO PMM INSTITUTE FOR LEARNING - PERCEPCIÓN DEL NIVEL DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y OPERACIONES (PUNTOS DÉBILES Y FUERTES IDENTIFICADOS).....</b>	<b>60</b>
ANEXO 1. ENCUESTA: EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE ACTIVOS.....	66
LISTADO DE PARTICIPANTES 3P- NIVEL DE PERCEPCIÓN.....	72

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Fases del Proyecto Evaluación de la Gestión del Mantenimiento de Kallpa..... 5

Figura 3. Proceso general para la definición de la muestra para el estudio de las 3Ps ..... 7

Figura 4. Gráfico Radar o “de Araña” ilustrativo de cómo se presentarán los datos. .... 18

Figura 5. Gráfico con los puntos muy débiles, débiles y fuertes percibidos por la muestra global. .... 19

Figura 6. Distribución porcentual del nivel de gestión de mantenimiento y operaciones por parte del área de mantenimiento. .... 25

Figura 7. Gráfico con los puntos débiles y fuertes percibidos por el área de Mantenimiento .... 26

Figura 8. Distribución porcentual del nivel de gestión de mantenimiento y operaciones por parte del área de operaciones. .... 30

Figura 9. Gráfico con los puntos muy débiles y fuertes percibidos por el área de Operaciones 32

Figura 10. Gráfico con los puntos muy débiles y fuertes percibidos por el área de planeamiento ..... 38

Figura 11. Gráfico con los puntos débiles y fuertes percepción del personal estratégico ..... 43

Figura 12. Gráfico con los puntos muy débiles y fuertes percibidos por el personal técnico. .... 49

Figura 13. Mapa mental general con las 5 áreas de oportunidades de mejora tomadas de los aportes realizados por los participantes en el estudio 3Ps..... 55

Figura 14. Mapa mental de oportunidades de mejora tomadas de los aportes realizados por los participantes en el estudio 3Ps, en relación al Soporte a las Operaciones y Mantenimiento. ... 56

Figura 15. Mapa mental de oportunidades de mejora tomadas de los aportes realizados por los participantes en el estudio 3Ps, en relación a Planificación y Programación..... 57

Figura 16. Mapa mental de oportunidades de mejora tomadas de los aportes realizados por los participantes en el estudio 3Ps, en relación al Mantenimiento Preventivo y Tecnología. .... 57

Figura 17. Mapa mental de oportunidades de mejora tomadas de los aportes realizados por los participantes en el estudio 3Ps, en relación a los Recursos de Operaciones y Mantenimiento. 58

Figura 18. Mapa mental de oportunidades de mejora tomadas de los aportes realizados por los participantes en el estudio 3Ps, en relación a la Tecnología de la Información. .... 59

Tabla 1. Participantes Operaciones (ver anexo 2). .... 9

Tabla 2. Participantes Mantenimiento (ver anexo 2). .... 9

Tabla 3. Participantes Planeación (ver anexo 2). .... 9

Tabla 4. Participantes EHS (ver anexo 2). .... 9

Tabla 5. Parámetros evaluados en el estudio 3P. .... 11

Tabla 6. Distribución de los cargos o puestos de los encuestados. .... 12

Tabla 7. Distribución de las edades de los participantes de la muestra global. .... 12

Tabla 8. Distribución de los estudios completados de los participantes de la muestra global. ... 13

Tabla 9. Distribución de la experiencia laboral de los participantes de la muestra global..... 13

Tabla 10. Certificados que poseen los participantes de la muestra global..... 13

Tabla 11 Niveles de clasificación del mantenimiento (puntuaciones y porcentajes) ..... 14

Tabla 12. Resultados obtenidos en cuanto a la percepción del nivel de mantenimiento de la Gerencia de Mantenimiento y Operaciones ..... 15

Tabla 13. Resultados obtenidos de la media estadística de la percepción del mantenimiento.. 15

Tabla 14. Niveles del Tipo de Mantenimiento entre Mantenimiento Reactivo y Retroalimentación del Mantenimiento (Percibido por Mantenimiento) ..... 17

Tabla 15. Desglose del promedio de los resultados obtenidos para cada pregunta en cuanto a la percepción de la muestra global. .... 20

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

Tabla 16. Tabla con la distribución de la percepción del Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones del área de Mantenimiento.....	24
Tabla 17. Tabla que muestra la percepción promedio del nivel de gestión de mantenimiento y operaciones por parte del área de Mantenimiento .....	25
Tabla 18. Desglose de la media de los resultados obtenidos para cada pregunta en cuanto a la percepción del área de Mantenimiento.....	27
Tabla 19. Tabla con la distribución de la percepción del Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones, del área de Operaciones.....	30
Tabla 20. Tabla percepción promedio del nivel de gestión de mantenimiento y operaciones por parte del área de Operaciones.....	31
Tabla 21. Desglose de la media de los resultados obtenidos para cada pregunta en cuanto a la percepción del área de Operaciones.....	33
Tabla 22. Tabla con la distribución de la percepción del Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones del área de Planeamiento.....	37
Tabla 23. Tabla de la percepción promedio del nivel de gestión de mantenimiento y operaciones por parte del área de planeamiento.....	37
Tabla 24. Desglose de la media de los resultados obtenidos para cada pregunta en cuanto a la percepción del área de Planeamiento.....	39
Tabla 25. Tabla con la distribución de la percepción del Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones del Personal Estratégico.....	42
Tabla 26. Tabla de la percepción promedio del nivel de gestión de mantenimiento y operaciones por parte del personal estratégico.....	42
Tabla 27. Desglose del promedio de los resultados obtenidos para cada pregunta en cuanto a la percepción del personal estratégico.....	44
Tabla 28. Tabla con la distribución de la percepción del Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones del Personal Técnico.....	48
Tabla 29. Representación numérica de la muestra de personal técnico.....	48
Tabla 30. Desglose del promedio de los resultados obtenidos para cada pregunta en cuanto a la percepción del personal técnico.....	50
Tabla 31. Resumen de las percepciones del Nivel de Mantenimiento por las áreas de Mantenimiento, Operaciones y Planeación, y el nivel Estratégico y el Técnico de la organización.....	53
Tabla 32. Equivalencia del Nivel de Mantenimiento percibido con la puntuación obtenida.....	54
Tabla 33. Detalle de cada Nivel de Mantenimiento por áreas, reflejando la visión del experto respecto al Nivel de Mantenimiento en la organización.....	60

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



Consol



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

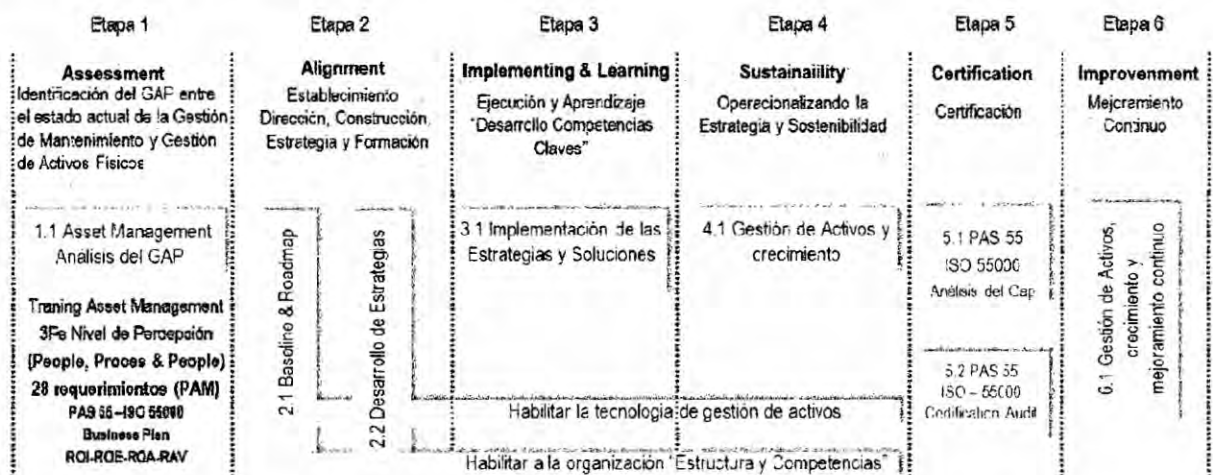
## 0. Objetivo del Documento

Este documento tiene como objetivo mostrar de forma completa los resultados obtenidos en el estudio 3Ps (consistente en identificar el Nivel de Percepción de la Gerencia de mantenimiento de Kallpa Generación S. A., con respecto a su Nivel de Mantenimiento, que es hito 1 del Proyecto de Optimización de los planes de Mantenimiento).

En este sentido, se describe el equipo de trabajo que ha participado en este estudio (muestra), los resultados obtenidos de forma Global (Gerencia de Mantenimiento, Operaciones y Planeación) y de forma específica los mapas mentales que recogen en 5 áreas de interés, las oportunidades de mejora planteadas por las 34 personas (personas de mantenimiento, operaciones, EHS) que participaron en el estudio de las 3Ps.

## 1. Introducción

Bajo el marco del proyecto de mejora de la gestión de los activos físicos de Kallpa Generación S.A., se desarrolla un Quick Assessment (Fase 0). Esta primera fase consiste en identificar el nivel de mantenimiento percibido por el personal de la organización (3Ps) **En este informe se muestra el resultado del primer nivel de estudio de las 3Ps, el cual luego será complementado por un Análisis de criticidad, que será entregado posteriormente de acuerdo al plan del proyecto.**



**Figura 1. Fases del Proyecto Evaluación de la Gestión del Mantenimiento de Kallpa.**

En la Fase 0, se ha desarrollado un estudio de percepción para ver cómo la organización (la gente) percibe la gestión del mantenimiento que se está llevando a cabo en KALLPA Generación. Esta etapa del estudio consta de un cuestionario de 60 preguntas acerca de la percepción del nivel de mantenimiento que tiene la organización, valorando cada pregunta con la siguiente puntuación:



Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Puntuación Baja (1 punto).
- Puntuación Media (2 puntos).
- Puntuación Alta (3 puntos).
- Puntuación "No aplica / no sabe" (0 puntos).

Este estudio tiene como objetivo identificar y analizar los problemas más frecuentes presentados en la Gestión del Mantenimiento en KALLPA Generación. En este estudio han participado en total 34 personas pertenecientes a las áreas de Operaciones, Mantenimiento, Planeación, Seguridad-Higiene y Ambiente.

Los datos han sido tratados globalmente y por separado; es decir, se han diferenciado los datos por áreas: Operación, Mantenimiento y Planeación; y por cargos Estratégicos y Técnicos; con el fin de comparar la percepción en cada una de ellas. Una vez analizados los resultados del primer estudio, se identifica el nivel de mantenimiento percibido por KALLPA Generación S.A., considerando las 5 clases definidas por la *Norton American Maintenance Excellence Award* (EEUU) (de menor a mayor percepción) (ver figura 2):



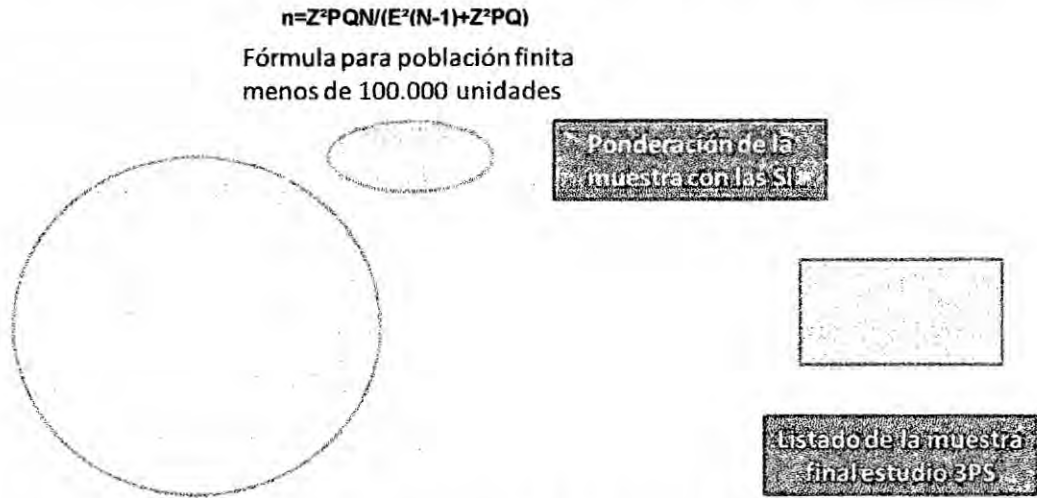
Por otro lado, tras identificar la clase de mantenimiento percibido, se analizan los puntos evaluados. Considerando que se ha puntuado del 01 al 03, los puntos fuertes equivalen a las mayores puntuaciones (comprendidas entre 02 y 03). Los puntos medios o débiles son aquéllos con prioridad de mejora, con puntuación comprendida entre 01 y 02. Los puntos muy débiles son aquéllos que han recibido una menor puntuación por los encuestados (entre 00 y 01) y tienen alta prioridad de mejora.

## 2. Cálculo de la Muestra Representativa a Participar en el Estudio 3Ps

Para definir la muestra representativa que participó en el estudio, se ha desarrollado el siguiente proceso:

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013

**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**



**Figura 2. Proceso general para la definición de la muestra para el estudio de las 3Ps**

**– Definición de la Muestra para el estudio 3Ps:**

Primero se ha definido la población y en segundo lugar la muestra a participar en el estudio.

Para el cálculo de la población total se ha aplicado la técnica de Muestreo Intencional u Opinativo. En esta técnica, el experto o investigador selecciona de modo directo los elementos de la muestra que desea participen en su estudio. Se eligen los individuos o elementos que se estima que son representativos o típicos de la población. Se sigue un criterio establecido por el experto o investigador. Se suelen seleccionar los sujetos que se estima que pueden facilitar la información necesaria (Latorre, Rincón y Arnal; 2003). Por ejemplo en el caso del grupo de mantenedores mecánicos y eléctricos se han considerado los senior, mecánicos, electricistas e instrumentistas de nivel 1.

En este sentido se ha tomado como base el organigrama de la empresa aportado por el Ing. Franco Liza y por el Ing. Rolando Seclén (30/10/2013). Así pues, se han seleccionado los perfiles que podrán aportar mayor información al estudio. Una vez seleccionados estos perfiles se ha definido la población total a participar en el estudio 3Ps. Se ha obtenido una población total de 34 personas.

Debido a que el tiempo y los recursos son finitos, se debe seleccionar una muestra que por una parte, permita profundizar en los datos de la investigación y lograr un grado de confianza aceptable. Para ello se ha empleado la técnica de cálculo de muestra aleatoria ponderada, y para el cálculo se ha usado la fórmula para poblaciones finitas (poblaciones inferiores a 100.000 unidades) con máxima heterogeneidad (cuando no

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

existen estudios previos).

$$n = \frac{4PQN}{E^2(N-1) + 4PQ}$$

(Fórmula aplicada para poblaciones inferiores a 100.000 unidades, Poblaciones finitas Balestrini (1999))

Donde:

- *n* = Muestra.
- *E*<sup>2</sup> = Máximo error permisible (15%).
- *N* = Tamaño de la población.
- *4* = Estadístico que prueba al 95% de confianza.
- *P* = Probabilidad de ocurrencia del suceso (50%).
- *Q* = 1 - *P*, Representa la probabilidad de no ocurrencia del suceso (50%).

Una vez obtenida la muestra, se ha ponderado de acuerdo a los pesos con respecto a la población. Partiendo de la fórmula de muestreo de proporciones para poblaciones finitas o conocidas, se calcula el tamaño de la muestra requerido para garantizar la normalidad estadística de los resultados, para ello se sustituyeron los valores de los datos para así obtener la muestra.

Asumiendo un error máximo permisible de 0,15<sup>2</sup>, una probabilidad de éxito y fracaso de 0,5 y usando un estadístico que prueba un nivel de confianza de 95% y un valor total de la población de 55 personas es posible estimar el tamaño de la muestra con el siguiente procedimiento:

En este sentido el resultado de la muestra (*n*) obtenida es de: 25 personas con un estadístico que prueba un grado de confianza de 95%. Como se logró entrevistar a 34 personas, este número es mayor que la muestra calculada de 25.

### **3. Análisis del Nivel de Mantenimiento Percibido por la Organización (Mantenimiento Reactivo, Retroalimentación del Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Estratégico, Mejor en su Clase y Clase Mundial)**

En este estudio han participado 34 personas en la entrevista y en el desarrollo de la encuesta (9 más que la meta planteada de 25 personas como mínimo para tener un error del 4% al calcular la muestra) pertenecientes a las áreas de: Operaciones, Mantenimiento, Planeación y EHS. Por otro lado para reforzar el estudio de las 3Ps han participado los responsables de las áreas de Logística, Almacén, y Recursos Humanos.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

**A continuación se muestra la distribución de cargos que participaron en el estudio de 3Ps:**

<b>OPERACIONES</b>		
<b>Participantes</b>	<b>12</b>	
<b>Cargos</b>	Jefe	1
	Supervisor	3
	Operador de Sala	2
	Operador de exteriores	5
	Otro	1

**Tabla 1. Participantes Operaciones (ver anexo 2).**

<b>MANTENIMIENTO</b>		
<b>Participantes</b>	<b>16</b>	
<b>Cargos</b>	Jefe	1
	Supervisor	1
	Mecánico	5
	Instrumentista	5
	Eléctrico	3
	Otro	1

**Tabla 2. Participantes Mantenimiento (ver anexo 2).**

<b>PLANEACIÓN</b>		
<b>Participantes</b>	<b>3</b>	
<b>Cargos</b>	Supervisor	1
	Planificador	2

**Tabla 3. Participantes Planeación (ver anexo 2).**

<b>EHS</b>		
<b>Participantes</b>	<b>2</b>	
<b>Cargos</b>	Otros	2

**Tabla 4. Participantes EHS (ver anexo 2).**

En este estudio se identifica la percepción del Nivel de Mantenimiento Actual (ver figura siguiente) de la empresa Kallpa Generación a través de una encuesta que explora **¿Cómo cree el encuestado que se realiza actualmente la gestión del mantenimiento?** de acuerdo a las 5 áreas fundamentales: *Recursos de Mantenimiento y Servicios de Apoyo, Tecnología de la Información, Mantenimiento Preventivo y Tecnología, Planificación y Programación, Soporte al Mantenimiento.*

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

A continuación se describen las 5 clases definidas por la *Norton American Maintenance Excellence Award*:

La máxima de esta organización es la de lograr un desempeño de primera línea, comparándonos con otras empresas alcanzando la rentabilidad del negocio basándose en la Confiabilidad. Para alcanzar esta máxima la organización maneja una estrategia corporativa de mantenimiento, la ingeniería de mantenimiento y planeación de largo plazo (mín. 3 años), benchmarking y excelente base de datos de costos. En el análisis de confiabilidad se maneja un programa total de confiabilidad, predicción y ajuste de las estrategias con base a estudios de confiabilidad. Se realiza una revisión regular de los procesos de costo, tiempo y calidad, y la certificación de los procesos de mantenimiento al menos en ISO 9000. El involucramiento de los empleados es establecido a través de equipos de trabajo autónomos (para ello deben no sólo tener una formación meramente técnica y contar con una visión global de la organización).

Es una organización que se caracteriza porque afianza la planificación y programación de la gestión de operaciones y mantenimiento basados en la confiabilidad. La estrategia de mantenimiento es desarrollada a través de un plan de mejoramiento a largo plazo. Las técnicas de mantenimiento implementadas se encuentran dando resultados (Mantenimiento Basado en la Condición – CBM, RCM e Inspecciones basada en riesgos) y alimentan los Planes de Mantenimiento Preventivos. Las medidas del desempeño no se limitan a las paradas de producción si no que abarcan indicadores del desempeño de la gestión del mantenimiento (Tiempo Medio Entre Fallos, Tiempo Promedio Para Reparar, Disponibilidad), los Costes de Mantenimiento muy estructurados y gestionados. Se habla de modelamiento de la confiabilidad. La estructura de activos (sistemas, equipos y componentes estandarizadas). El involucramiento de los empleados asociado a equipos de mantenimiento de mejoramiento continuo formalmente creados y funcionando. La planeación y programación del mantenimiento es eficiente y cuenta con un buen soporte de ingeniería de mantenimiento.

Es una organización que se caracteriza principalmente porque maneja un plan estratégico de mantenimiento a un año (mantenimiento preventivo optimizado y basado en la condición de los equipos), cuenta con grupos o roles de planeación y la ingeniería de mantenimiento establecida. Aunado a ello la organización de mantenimiento se encuentra integrada con las demás áreas de la organización, no sólo a operaciones/producción. Los aspectos relativos al análisis de la confiabilidad la organización emplea una base de datos y catálogo de fallas, y se basa en AMFE (Análisis Modos y Efectos de Fallos) y ACR (Análisis Causa Raíz). En cuanto a la información sobre la infraestructura e instalaciones, la organización cuenta con una estructura de equipos jerarquizada y clasificada no sólo a nivel de equipos principales o sistemas, sino a nivel de Sistemas, Equipos y Componentes, lo que apoya el análisis de las fallas y el análisis del desempeño de los activos de forma específica. A nivel de técnicas de mantenimiento manejan algo de CBM (Mantenimiento Basado en la Condición). Las revisiones de los procesos y documentación técnica relacionadas al mantenimiento son periódicas. El involucramiento de los empleados está asociado a la mejora continua estableciendo comités ad-hoc (a la medida de las necesidades). Se caracteriza por ser una organización que aplica las mejores técnicas y herramientas existentes para optimizar el plan estratégico establecido y que considera los Activos Intangibles (LA GENTE) y los Activos Tangibles (activos físicos) basados en la confiabilidad.

Es una organización que se caracteriza por dar pasos o crear iniciativas para el mejoramiento sistemático de su plan de mantenimiento preventivo, a través del soporte de la detección de las fallas e inspecciones basadas en el tiempo. La organización de Mantenimiento está integrada a Operaciones. Generalmente este tipo de organización hace poco uso de su registro de fallas de forma proactiva. Los procesos técnicos de mantenimiento por lo menos son revisados una vez. La infraestructura de equipos y componentes está estructurada en una base de datos. El mejoramiento de la planificación y ejecución del mantenimiento y las operaciones se encuentran apoyados en los indicadores de gestión Técnicos y Económicos.

Es una organización con tendencia a mantenimiento reactivo. Por lo general puede caracterizarse por ser una organización netamente funcional; la planeación y programación puede ser inexistente o elemental y no existe ingeniería de mantenimiento. En cuanto a las técnicas de mantenimiento suelen tener paradas anuales de inspección solamente. En cuanto a las medidas del desempeño poca o ninguna aproximación sistémica relativa a costos o mantenimiento y fallas de equipos, en cuanto a la tecnología de la información y su uso, existe una tendencia a registro manual o de acuerdo a lo que convenga en el momento. El involucramiento de los empleados tiende a ser muy poco y generalmente este tipo de organizaciones desarrolla sólo reuniones para tocar temas sindicales y sociales. En cuanto al análisis de la confiabilidad, la organización no cuenta con ningún registro o registros apropiados de la estructura desagregada de equipos, o bien ésta se encuentra incompleta o no actualizada. Los procesos técnicos y administrativos del mantenimiento suelen estar o no documentados o bien no revisados sistemáticamente. *Acciones inmediatas recomendadas: mejoramiento de los mantenimientos actuales correctivo, preventivo y stocks a través del aviso y la orden de trabajo (acción inmediata).*

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

**estudio del Nivel de Percepción del Mantenimiento**

Se han analizado siete parámetros: Departamento al que pertenece, Cargos, Edad, Estudios Completados, Años de experiencia, si posee alguna Certificación y años de experiencia en kallpa. Considerando la moda (ver tabla), para crear el perfil global de la muestra de este estudio.

**Estadísticos**

		Departament o	Cargo	Edad	Estudios_ completados	Experiencia_ laboral	Certificado	Años_ Experiencia_ Kallpa
N	Válidos	34	34	34	34	34	34	34
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0
	Media	1,85	5,97	1,76	3,74	2,94	,00	2,06
	Moda	2	3ª	1	4	3	0	3

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

**Tabla 5. Parámetros evaluados en el estudio 3P.**

Donde:

**Departamento:** 1. Operaciones, 2: Mantenimiento, 3. Planeamiento, 4. EHS, 5. Otros.

**Cargo:** 1. Gerente, 2. Jefe, 3. Supervisor, 4. Planificador, 5. Operador sala, 6. Operador exteriores, 7. Mecánico, 8. Instrumentista, 9. Eléctrico, 10. Almacén, 11. Otro.

**Edad:** 1. Igual o menor a 30 años, 2. Entre 31 y 40 años, 3. Entre 41 y 50 años, 4. Mayor a 50 años.

**Estudios completados:** 1. Primaria, 2. Secundaria, 3. Técnico, 4. Ingeniero/Licenciado (Superior), 5. Postgrado, 6. Máster, 7. Otro.

**Años de experiencia laboral:** 1. Menor o igual a 1 año, 2. Mayor a 1 o igual a 3 años, 3. Mayor a 3 años hasta 10 años, 4. Mayor a 10 años hasta 20 años, 5. Mayor a 20 años.

**Tipo de Certificado:** 1. PMP, 2. IPMA, 3. CMRP, 4. Otro.

**Años de experiencia en Kallpa:** 1. Menor o igual a 6 años, 2. Mayor a 6 meses o igual a 3 años, 3. Mayor a 3 años hasta 10 años.

**Válidos:** significa la cantidad de encuestados que dieron una respuesta válida a la pregunta.

**Perdidos:** significa la cantidad de encuestados que no respondieron a estas preguntas

**Moda:** valor más frecuente o predominante seleccionado por los encuestados

De forma más detallada los resultados son los siguientes (considerando el valor más frecuente o moda):

- Los cargos predominantes, como se ha establecido, son Supervisor, Operador de exteriores, Mecánico e Instrumentista (20 personas), seguido por Electricista y otros (6 personas) y operador de sala y planificador (4 personas).

**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

**Cargo**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Vacío	1	2,9	2,9	2,9
Gerente	1	2,9	2,9	5,9
Jefe	2	5,9	5,9	11,8
Supervisor	5	14,7	14,7	26,5
Planificador	2	5,9	5,9	32,4
Operador Sala	2	5,9	5,9	38,2
Operador Exteriores	5	14,7	14,7	52,9
Mecánico	5	14,7	14,7	67,6
Instrumentista	5	14,7	14,7	82,4
Eléctrico	3	8,8	8,8	91,2
Otro	3	8,8	8,8	100,0
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

**Tabla 6. Distribución de los cargos o puestos de los encuestados.**

- En cuanto a la edad, la mayor cantidad de personas están ubicadas en las edades menores de 30 años, las personas que se encuentran en este rango suman 14 y les sigue el rango de edad entre 31 y 40 años con un total de 13 personas (ver tabla siguiente):

**Edad**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Vacío	1	2,9	2,9	2,9
Igual o menor a 30 años	14	41,2	41,2	44,1
Entre 31 y 40 años	13	38,2	38,2	82,4
Entre 41 y 50 años	4	11,8	11,8	94,1
Mayor a 51 años	2	5,9	5,9	100,0
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

**Tabla 7. Distribución de las edades de los participantes de la muestra global.**

- A nivel de estudios completados la mayoría afirman tener grado de Ingeniero/Licenciado (17 personas), luego se tiene otro grupo de personas que afirman tener un grado de Técnico (11 Personas), 4 personas cuentan con estudios de postgrado, y solo 1 afirma tener maestría (ver tabla siguiente).

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

**Estudios\_completados**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Vacío	1	2,9	2,9	2,9
	Técnico	11	32,4	32,4	35,3
	Ingeniero/Licenciado (Superior)	17	50,0	50,0	85,3
	Postgrado	4	11,8	11,8	97,1
	Máster	1	2,9	2,9	100,0
	Total	34	100,0	100,0	

**Tabla 8. Distribución de los estudios completados de los participantes de la muestra global.**

- En cuanto a los años de experiencia la mayoría de los encuestados afirman tener una experiencia entre 3 y 10 años (12 personas), seguidos de los que afirman tener experiencia entre 10 y 20 años (9 personas), y 5 personas que afirman tener experiencia menor o igual a 1 año.

**Experiencia\_laboral**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Vacío	1	2,9	2,9	2,9
	Menor o igual a 1 año	5	14,7	14,7	17,6
	Entre 1 y 3 años	4	11,8	11,8	29,4
	Entre 3 y 10 años	12	35,3	35,3	64,7
	Entre 10 a 20 años	9	26,5	26,5	91,2
	Mayor a 20 años	3	8,8	8,8	100,0
	Total	34	100,0	100,0	

**Tabla 9. Distribución de la experiencia laboral de los participantes de la muestra global**

- En cuanto a poseer una certificación, el 100% de la muestra indicó que no cuentan con ello.

**Certificado**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Vacío	34	100,0	100,0	100,0

**Tabla 10. Certificados que poseen los participantes de la muestra global**



Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



**Consol**  
CONSOLIDATED GROUP OF COMPANIES



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

### 3.2 ENFOQUE GLOBAL DE TODA LA ORGANIZACIÓN - Nivel de mantenimiento percibido por el personal de la Gerencia de Mantenimiento y Operaciones.

Los niveles de percepción se distribuyen en 5 niveles: Inocente (Mantenimiento Reactivo o Correctivo), Insatisfactorio (Retroalimentación del Mantenimiento Preventivo), Consciente (Mantenimiento Estratégico), Mejor en su clase y Clase Mundial (Ver tabla 11 Ponderación de los niveles, y tabla 14 Descripción de éstos).

	Puntuación
Inocente (Mantenimiento Correctivo)	99-80
Insatisfactorio (Mantenimiento Preventivo No optimizado)	119-110
Consciente (Mantenimiento Estratégico)	139-120
Mejor en su Clase (Best in Class)	159-140
Clase mundial (World Class)	180-160

**Tabla 11 Niveles de clasificación del mantenimiento (puntuaciones y porcentajes)**

Para el cálculo del nivel de mantenimiento se han tomado la media de todas las respuestas dadas a cada pregunta (60 en total evaluadas entre Alta, Media, Baja, No aplica / No Sabe) y se ha calculado la puntuación total que indicará el nivel de la gestión del mantenimiento y operaciones de activos percibido en Kallpa.

El resultado indica:

- **Gran diversidad de las percepciones con respecto al nivel de gestión del mantenimiento y operaciones percibido por toda la organización** (muestra encuestada de mantenimiento, operaciones y EHS en Kallpa) – ver tabla siguiente-: En este sentido la mayor coincidencia ha sido de 9 personas con una percepción de Mantenimiento Reactivo (Inocente), 8 personas perciben la gestión del Mantenimiento como estratégico, otras 7 personas perciben a la gestión del mantenimiento entre correctivo y no optimizado, 6 personas lo perciben como No optimizado y el resto (4 personas en total) como mejor en su clase. Es así que debido a la gran variedad de valores atribuidos a las diferentes percepciones en los niveles del mantenimiento, se ha tomado la media y no la moda como valor de referencia para identificar el nivel de clasificación de la gestión del mantenimiento y operaciones de activos de Kallpa.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

**Nivel\_Mantenimiento\_Percibido**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Mto. Reactivo (Inocente)	9	26,5	26,5	26,5
	Entre Mto. Correctivo y No Optimizado	7	20,6	20,6	47,1
	Mto. No Optimizado (Insatisfactorio)	6	17,6	17,6	64,7
	Mto. Estratégico (Consciente)	8	23,5	23,5	88,2
	Mto. Mejor en su clase	4	11,8	11,8	100,0
	<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

**Tabla 12. Resultados obtenidos en cuanto a la percepción del nivel de mantenimiento de la Gerencia de Mantenimiento y Operaciones**

- El Nivel de gestión del mantenimiento percibido de la gerencia de mantenimiento y operaciones de activos en Kallpa (toda la organización) es el **Nivel de Mantenimiento entre Insatisfactorio (Mantenimiento Preventivo no optimizado) y Consciente (Mantenimiento Estratégico)**, considerando que la media obtenida de todas las respuestas supone 112 puntos (ver siguiente tabla).

**Estadísticos**

Nivel\_Mto

N	Válidos	34
	Perdidos	0
Media		112,4412

Inocente (Mantenimiento Reactivo o Correctivo entre 80-99 puntos)  
 Entre Inocente e Insatisfactorio entre 100-109 puntos)  
**Insatisfactorio (Mantenimiento Preventivo No Optimizado entre 110-119 puntos)**  
 Consciente (Mantenimiento estratégico entre 120-139 puntos)  
 Mejor en su clase (entre 140-159)  
 Clase Mundial (entre 160-180)

**Tabla 13. Resultados obtenidos de la media estadística de la percepción del mantenimiento**

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

### 3.2.1 ¿Qué implica una organización en un Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones INSATISFACTORIO (Mantenimiento preventivo No Optimizado)? - PERCEPCIÓN DE LA MUESTRA GLOBAL ENCUESTADA 34 PERSONAS.

Generalmente una organización en el Nivel de Mantenimiento **Insatisfactorio**, es una organización que se caracteriza por dar pasos o crear iniciativas para el mejoramiento sistemático de su plan de mantenimiento preventivo, a través del soporte de la detección de las fallas e inspecciones basadas en el tiempo.

Adicionalmente presenta las siguientes características:

- A nivel de Estrategia de Mantenimiento: La organización suele estar orientada a desarrollar un plan del mejoramiento del mantenimiento preventivo.
- A nivel de Administración y Organización: Mantenimiento integrado a operaciones.
- A nivel de Planificación y Programación: Soporte para la detección de fallas y programación.
- A nivel de Técnicas de Mantenimiento: Presentan un plan de inspecciones basadas en tiempo.
- Medidas de Desempeño: Presentan registros de fallas y costes no segregados.
- Tecnología de la información y su uso: Presentan algunos registros y controles no rigurosos o no trazables en tiempo.
- Involucramiento de los empleados: Suele basarse en la realización de algunas reuniones de operaciones y seguridad que buscan mejorar el proceso comunicacional de la organización).
- Análisis de Confiabilidad: A nivel de este aspecto pocas evidencias de existencia de registro de fallas, y de existir, no se puede evidenciar su uso.
- Análisis de Procesos: Procesos técnicos de mantenimiento revisados al menos una vez.
- Información sobre infraestructura e instalaciones: Infraestructura de equipos y componentes soportados por una base de datos.

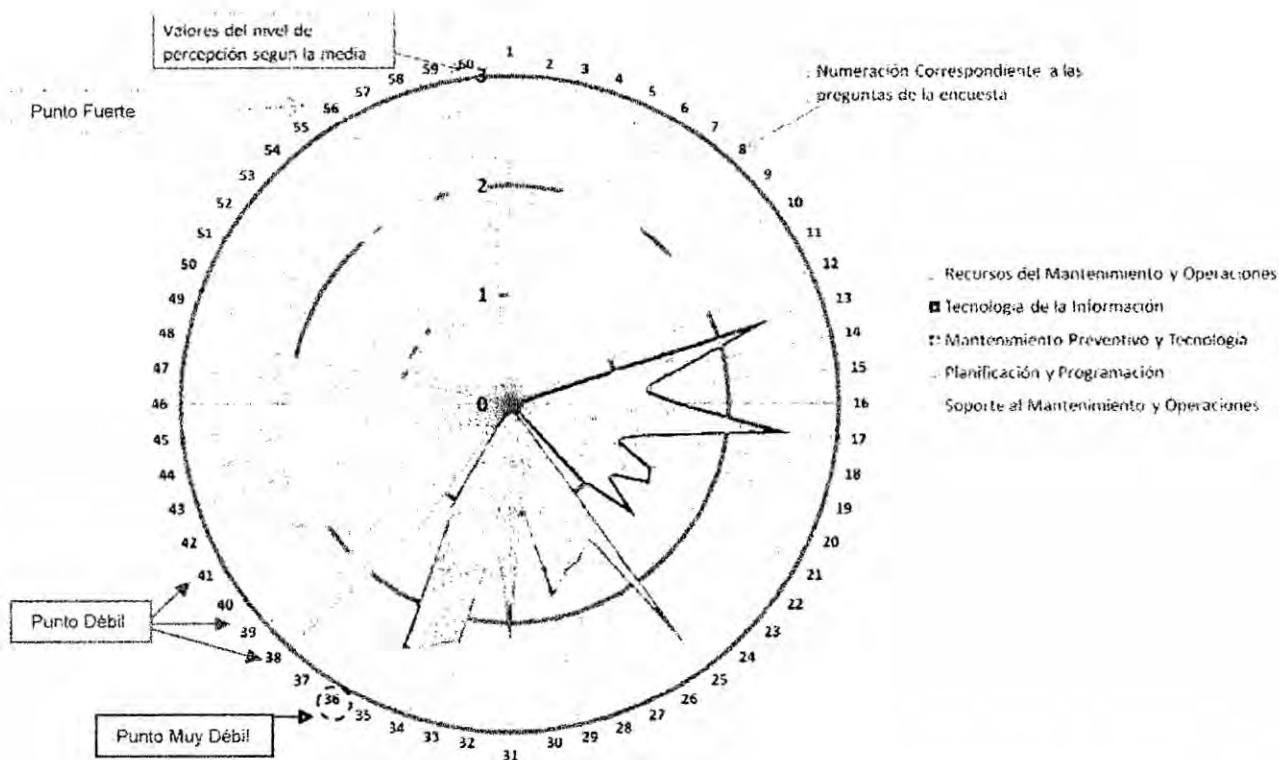
**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

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

**Tabla 14. Niveles del Tipo de Mantenimiento entre Mantenimiento Reactivo y Retroalimentación del Mantenimiento (Percibido por Mantenimiento)**

### 3.2.2 LEYENDA del “Gráfico Radar” que muestra Puntos Fuertes y Débiles.

A continuación se muestra un esquema que ilustra cómo se muestran los datos tanto en el gráfico radar, o de araña, como en la tabla de datos.

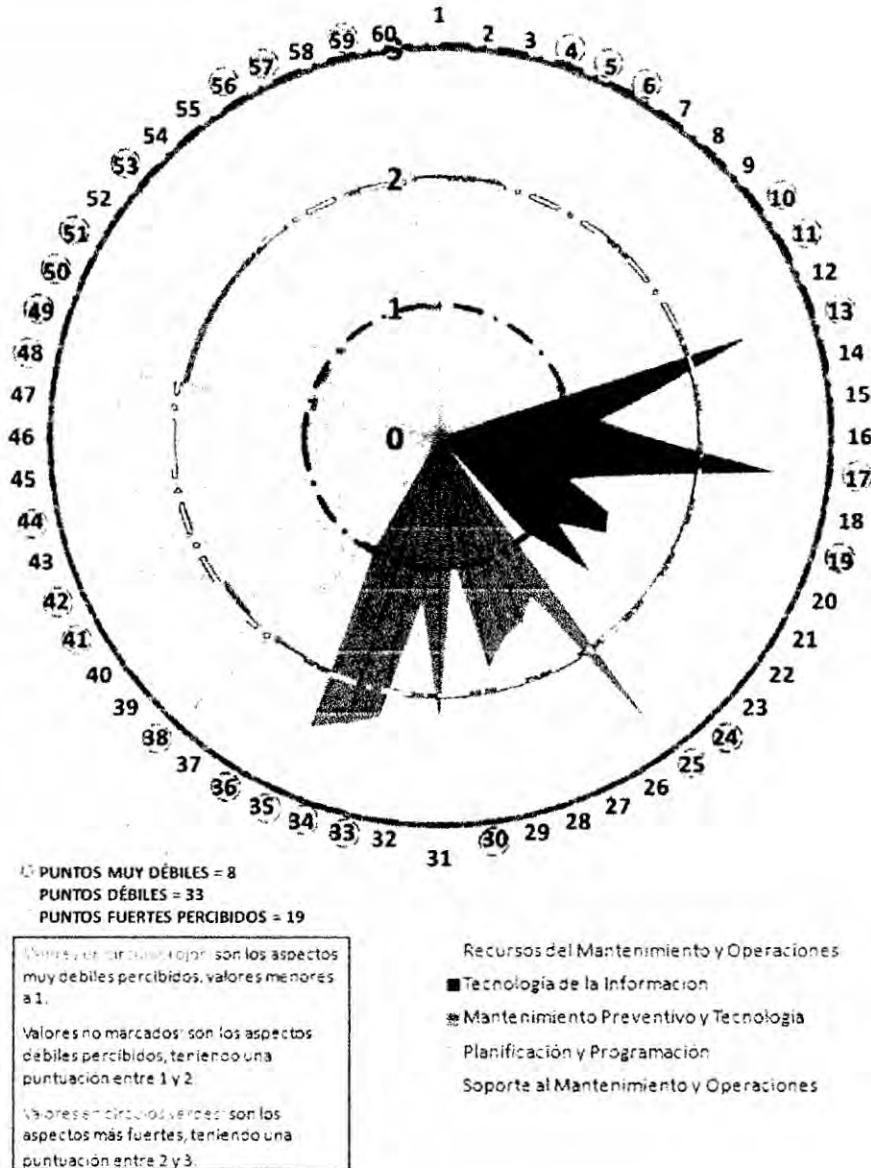


**Figura 3. Gráfico Radar o “de Araña” ilustrativo de cómo se presentarán los datos.**

### 3.2.3 ENFOQUE GLOBAL DE TODA LA ORGANIZACIÓN - Puntos débiles y fuertes identificados por las áreas de Operaciones y Mantenimiento de Kallpa Generación.

Una vez identificado el nivel de mantenimiento percibido, el cual se encuentra entre Insatisfactorio “Mantenimiento Preventivo No Optimizado” y Consciente “Mantenimiento Estratégico”, se han identificado los puntos más débiles y fuertes percibidos por los encuestados (considerando una puntuación del 1 al 3, siendo el tres el valor más alto y el uno el más bajo). Se ha considerado la media como valor de referencia. En la figura 4 se muestran los aspectos muy débiles y fuertes considerando la media en la tabla 17 (con ello puede verse cuáles son los aspectos más débiles considerando ambos valores). Los números que se muestran en el diagrama araña de la figura 4 corresponden a las 60 preguntas de la encuesta (ver anexo).

**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**



**Figura 4. Gráfico con los puntos muy débiles, débiles y fuertes percibidos por la muestra global.**

De acuerdo a las 5 áreas claves consideradas por la encuesta (*Recurso de Mantenimiento y Servicios de Apoyo, Tecnología de la Información, Mantenimiento Preventivo y Tecnología, Planificación y Programación, y Soporte al Mantenimiento y Producción*) a continuación se muestran los valores obtenidos en cada una de los aspectos evaluados (60 en total).

**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

	Media		Media
P1	1.9	P31	2.2
P2	1.8	P32	1.3
P3	1.9	P33	2.2
P4	2.4	P34	2.3
P5	2.2	P35	2.4
P6	2.6	P36	1.0
P7	2.0	P37	1.3
P8	1.7	P38	2.9
P9	2.0	P39	1.9
P10	2.3	P40	1.9
P11	2.5	P41	2.2
P12	1.9	P42	2.6
P13	2.5	P43	2.1
P14	1.7	P44	2.7
P15	1.2	P45	2.0
P16	1.6	P46	2.1
P17	2.6	P47	2.1
P18	1.4	P48	2.4
P19	1.0	P49	1.0
P20	1.4	P50	1.0
P21	1.5	P51	0.9
P22	1.1	P52	1.3
P23	1.6	P53	0.9
P24	0.9	P54	2.1
P25	2.7	P55	2.0
P26	1.4	P56	2.9
P27	1.6	P57	2.7
P28	1.6	P58	1.7
P29	1.8	P59	2.7
P30	0.9	P60	2.1

**Tabla 15. Desglose del promedio de los resultados obtenidos para cada pregunta en cuanto a la percepción de la muestra global.**

En general se detectaron 8 puntos muy débiles y 16 fuertes, según la percepción del personal en la muestra global. Seguidamente se detallan en cada una de las áreas respectivas.

**Puntos muy débiles identificados (valorados más bajos).**

En el área de **Tecnología de la Información** se han detectado 2 puntos muy débiles:

- **P19:** Consideran que las decisiones y las estrategias de mantenimiento no son soportadas por la información registrada en el INFOR (EAM).

Documentor:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

- **P24:** Consideran que operaciones y mantenimiento no emplean indicadores KPI, para el seguimiento y control de la gestión.

En el área de **Mantenimiento Preventivo y Tecnología** se presentan a continuación 2 puntos de atención detectados:

- **P30:** Consideran que la organización no registra los costos del PM (mantenimiento preventivo) y del PdM (mantenimiento predictivo).
- **P36:** Consideran que la organización no hace el registro de cuánto cuesta el mantenimiento de los equipos (Costo del Ciclo de Vida del Activo).

En cuanto al área de **Soporte al Mantenimiento** solo se han identificado 4 aspectos muy débiles:

- **P49:** Consideran que el inventario de repuestos no se encuentra disponible cuando es requerido.
- **P50:** Consideran que no se lleva un buen plan para la preservación de los equipos, materiales y repuestos.
- **P51:** Consideran que no se definen y controlan los máximos y mínimos del inventario usando datos como movimientos de inventario, tiempo de reposición, precio, costo de mantener.
- **P53:** Consideran que no todos los ítems del inventario son contabilizados; por ejemplo: precio del ítem, tiempo de reposición.

### **Puntos fuertes**

Se ha identificado 5 puntos fuertes en el área de **Recursos del Mantenimiento y servicios de Apoyo**:

- **P04:** Consideran que la organización promueve que mantenimiento trabaje en función de las necesidades de operaciones.
- **P05:** Consideran que la organización compromete a operaciones para que apoyen y ayuden a mantenimiento a hacer su trabajo.
- **P06:** Consideran que operaciones y mantenimiento suelen identificar y resolver los problemas que afectan a la planta.
- **P10:** Consideran que el personal de su área está motivado para hacer los trabajos requeridos de la mejor manera.



Documento:	Informe		
Revision:	B	Fecha:	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

- **P11:** Consideran que el personal de mantenimiento y operaciones cumple con las políticas y procedimiento de seguridad, higiene y medio ambiente (EHS).

En cuanto al área de **Tecnología de la Información** se han identificado 2 puntos fuertes, comentados a continuación:

- **P13:** Consideran que la organización emplea un sistema computarizado para las labores de mantenimiento y operaciones.
- **P17:** Consideran que existen y son emitidas órdenes de trabajo preventiva de los equipos a través de EAM (INFOR).

En cuanto a los puntos fuertes en el área de **Mantenimiento Preventivo y Tecnología** se han identificado principalmente 4 aspectos, que se presentan a continuación:

- **P25:** Consideran que la organización emplea OT (Órdenes de Trabajo) para actividades PM (mantenimiento preventivo).
- **P33:** Consideran que la gerencia está involucrada en las decisiones concernientes a la selección, compra y reemplazo de equipo/s.
- **P34:** Consideran que las personas responsables para operar los equipos se encuentran bien capacitadas.
- **P35:** Consideran que conocen las funciones de su puesto de trabajo.

En cuanto al área de **Planificación y Programación** se han identificado 5 puntos fuertes:

- **P38:** Consideran que la organización tiene como práctica el empleo de una OT (órdenes de trabajo) para cada actividad a ejecutar por mantenimiento.
- **P41:** Consideran que la información del trabajo realizado en los equipos es reportada en el aviso.
- **P42:** Consideran que el personal de mantenimiento es asignado a tareas de mantenimiento según su especialidad en la OT.
- **P44:** Consideran que la organización planifica, prepara y programa los trabajos de mantenimiento, tales como reparaciones mayores y paradas de equipos.
- **P48:** Consideran que la organización planifica las paradas de equipos, el mantenimiento mayor u *overhauls*, en coordinación con toda la organización y agentes externos

Por otro lado, en el área de **Soporte al Mantenimiento y Operaciones** se ha identificado 3

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

**puntos fuertes:**

- **P56:** Consideran que la calidad del trabajo del personal de mantenimiento es un objetivo importante.
- **P57:** Piensan que el área de mantenimiento agrega valor al negocio.
- **P59:** Consideran que en la gerencia el buen desempeño en el trabajo implica trabajar de forma segura (HSEC).

En los siguientes apartados se mostrarán los resultados separados por áreas de mantenimiento y de operaciones.

Documentor:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

### 3.3 RESULTADOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO - Percepción del Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones (Puntos muy débiles y fuertes identificados)

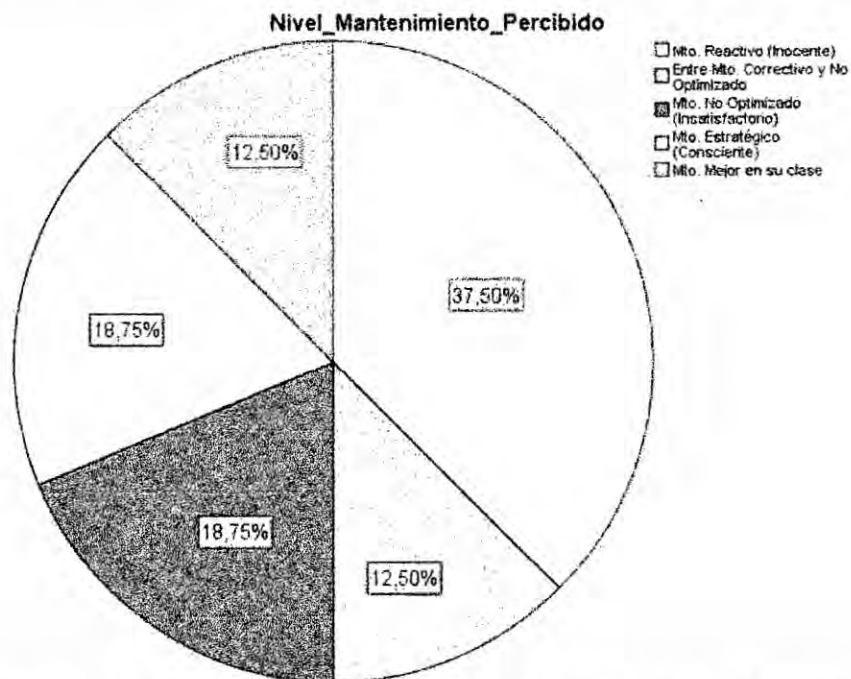
Tomando los datos obtenidos de las 16 personas entrevistadas de la Gerencia de Mantenimiento, se tiene que existe una dispersión entre los valores indicados (frecuencia) con respecto al nivel de mantenimiento percibido. Se puede observar que 6 personas perciben el nivel de mantenimiento en Inocente, 2 personas lo perciben entre correctivo y no optimizado, 3 personas lo perciben en nivel Insatisfactorio, 3 personas lo perciben en nivel de mantenimiento estratégico y 2 personas lo perciben en Mantenimiento mejor en su clase.

**Nivel\_Mantenimiento\_Percibido**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Mto. Reactivo (Inocente)	6	37,5	37,5	37,5
Entre Mto. Correctivo y No Optimizado	2	12,5	12,5	50,0
Mto. No Optimizado (Insatisfactorio)	3	18,8	18,8	68,8
Mto. Estratégico (Consciente)	3	18,8	18,8	87,5
Mto. Mejor en su clase	2	12,5	12,5	100,0
Total	16	100,0	100,0	

**Tabla 16. Tabla con la distribución de la percepción del Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones del área de Mantenimiento**

**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**



**Figura 5. Distribución porcentual del nivel de gestión de mantenimiento y operaciones por parte del área de mantenimiento.**

Por lo anterior se ha tomado la media de todos los valores obtenidos, para determinar el nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones Percibido por el personal de mantenimiento, en este sentido se obtiene que el personal de Mantenimiento percibe que la Gestión del Mantenimiento y Operaciones se encuentra en un **Nivel Insatisfactorio con 110 puntos**.

**Estadísticos**

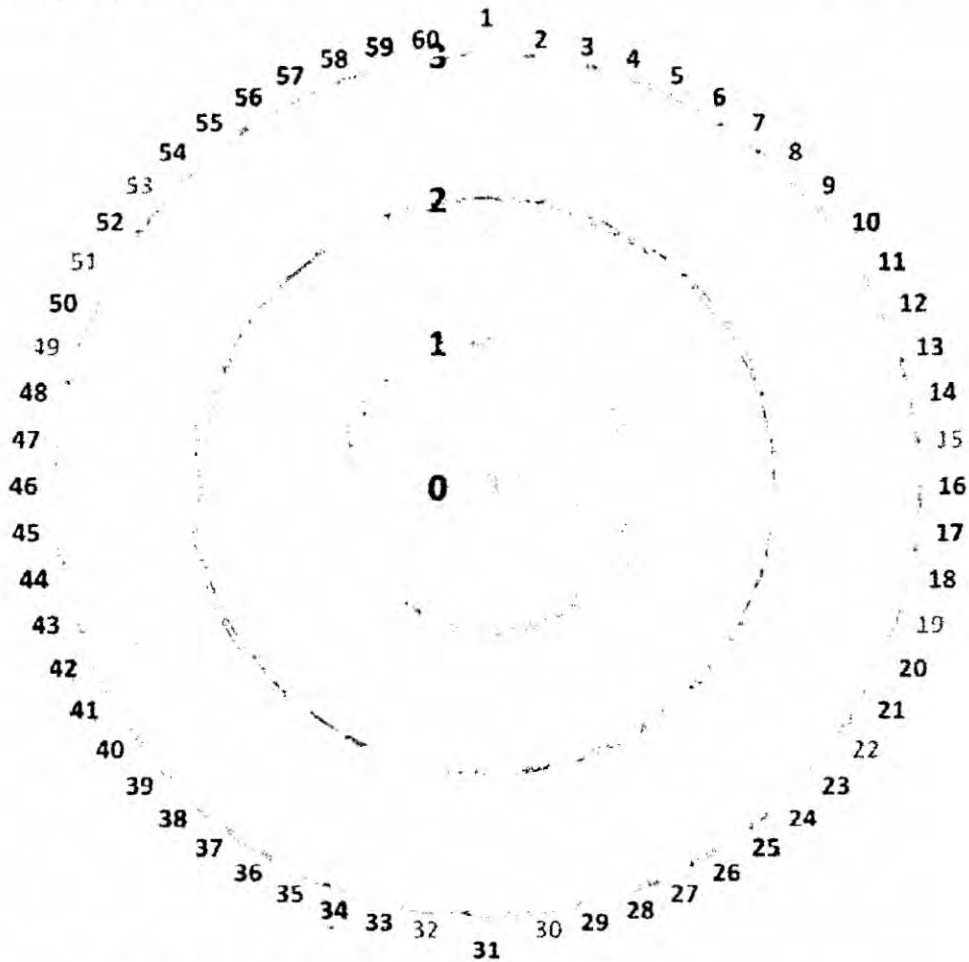
Nivel Mantenimiento Percibido		
N	Válidos	16
	Perdidos	0
Media		110,25

**Tabla 17. Tabla que muestra la percepción promedio del nivel de gestión de mantenimiento y operaciones por parte del área de Mantenimiento**

Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

**3.3.1 ÁREA DE MANTENIMIENTO- Puntos muy débiles y fuertes identificados por el área de Mantenimiento de Kallpa Generación.**

Considerando sólo los datos obtenidos por el área del mantenimiento, se aprecian 8 puntos muy débiles y 13 puntos fuertes.



PUNTOS MUY DÉBILES = 8  
 PUNTOS DÉBILES = 39  
 PUNTOS FUERTES PERCIBIDOS = 13

son los aspectos muy débiles por lo que la tres menores es 1  
 valores no marcados son los aspectos de los percibidos teniendo una puntuación entre 1 y 2  
 son los aspectos más fuertes teniendo una puntuación entre 2 y 3

- Recursos del Mantenimiento y Operaciones
- Tecnología de la información
- Mantenimiento Preventivo, Tecnología
- Planificación y Programación
- Soporte al Mantenimiento y Operaciones

**Figura 6. Gráfico con los puntos débiles y fuertes percibidos por el área de Mantenimiento**

**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

	Media	%		Media	%
P1	1,8	60	P31	2,1	69
P2	1,6	54	P32	1,1	35
P3	1,8	58	P33	2,3	75
P4	2,4	81	P34	2,6	85
P5	1,9	63	P35	2,2	73
P6	2,6	88	P36	0,8	25
P7	1,9	63	P37	1,1	38
P8	1,6	54	P38	2,9	98
P9	2,1	71	P39	1,9	63
P10	2,6	85	P40	1,9	65
P11	2,6	88	P41	2,5	83
P12	1,9	65	P42	2,7	90
P13	2,5	83	P43	2,3	77
P14	1,6	54	P44	2,7	90
P15	1,1	35	P45	1,9	65
P16	1,4	48	P46	1,8	58
P17	2,8	92	P47	2,1	69
P18	1,3	44	P48	2,3	77
P19	0,8	27	P49	1,1	35
P20	1,2	40	P50	1,1	38
P21	1,1	38	P51	0,8	25
P22	1,1	35	P52	1,3	42
P23	1,9	63	P53	0,9	31
P24	0,8	25	P54	1,9	65
P25	2,7	90	P55	1,7	56
P26	1,4	48	P56	2,9	98
P27	1,5	50	P57	2,8	94
P28	1,6	52	P58	1,6	52
P29	1,9	63	P59	2,8	94
P30	1,0	33	P60	1,9	65

**Tabla 18. Desglose de la media de los resultados obtenidos para cada pregunta en cuanto a la percepción del área de Mantenimiento.**

**Puntos muy débiles identificados (valorados más bajos).**

En el área de **Tecnología de la Información** se han detectado 2 puntos muy débiles:

- **P15:** Consideran que la organización no cuenta con una herramienta informática que integre documentación técnica y procedimientos de la gestión del mantenimiento.
- **P19:** Consideran que las decisiones y las estrategias de mantenimiento no son basadas en la información del INFOR.
- **P22:** Consideran que el departamento de mantenimiento no se compara con otras organizaciones de mantenimiento fuera y/o dentro (benchmarking), para evaluar qué tan bien lo están haciendo.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

Los puntos muy débiles en el área de **Mantenimiento Preventivo y Tecnología** se presentan a continuación. Se detectaron 2 puntos de atención prioritaria:

- **P30:** Consideran que la organización no registra los costos del PM (mantenimiento preventivo) y del PdM (mantenimiento predictivo).
- **P32:** Consideran que la organización no emplea metodologías para prevenir los paros imprevistos de máquina o salidas de servicio imprevisto y las fallas repetitivas. (ACR, RCM)

En cuanto al área de **Soporte al Mantenimiento** solo se ha identificado 4 aspectos muy débiles:

- **P49:** Consideran que el inventario de repuestos no se encuentra disponible cuando es requerido.
- **P51:** Consideran que no se definen y controlan los máximos y mínimos del inventario usando datos, como movimientos de inventario, tiempo de reposición, precio, o costo de mantener.
- **P53:** Consideran que no todos los ítems del inventario son contabilizados; por ejemplo: precio del ítem, tiempo de reposición.

**Puntos fuertes**

Se ha identificado 5 puntos fuertes en el área de **Recursos del Mantenimiento y Servicios de Apoyo**:

- **P06:** Consideran que operaciones y mantenimiento suelen identificar y resolver los problemas que afectan a la planta.
- **P10:** Consideran que el personal de su área está motivado para hacer los trabajos requeridos de la mejor manera.
- **P11:** Consideran que el personal de mantenimiento y operaciones cumple con las políticas y procedimiento de seguridad, higiene, y medio ambiente.

En cuanto al área de **Tecnología de la Información** se ha identificado 2 puntos fuertes y se comentan a continuación:

- **P17:** Consideran que existen y son emitidas órdenes de trabajo preventivas de los equipos a través de EAM (INFOR).

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

En cuanto a los puntos fuertes en el área de **Mantenimiento Preventivo y Tecnología** se han identificado principalmente 4 aspectos, que se presentan a continuación:

- **P25:** Consideran que la organización emplea OT (Órdenes de Trabajo) para actividades PM (mantenimiento preventivo).
- **P34:** Consideran que las personas responsables para operar los equipos se encuentran bien capacitadas.

En cuanto al área de **Planificación y Programación** se han identificado 5 puntos fuertes:

- **P38:** Consideran que la organización tiene como práctica el empleo de una OT (órdenes de trabajo) para cada actividad a ejecutar por mantenimiento.
- **P41:** Consideran que la información del trabajo realizado en los equipos es reportada en el aviso.
- **P42:** Consideran que el personal de mantenimiento es asignado a tareas de mantenimiento según su especialidad en la OT.
- **P44:** Consideran que la organización planifica, prepara y programa los trabajos de mantenimiento; tales como, reparaciones mayores y paradas de equipos.

Mientras que en el área de **Soporte al Mantenimiento y Operaciones** se han identificado 3 puntos fuertes:

- **P56:** Consideran que la calidad del trabajo del personal de mantenimiento es un objetivo importante.
- **P57:** Piensan que el área de mantenimiento agrega valor al negocio.
- **P59:** Consideran que en la gerencia el buen desempeño en el trabajo implica trabajar de forma segura (HSEC).





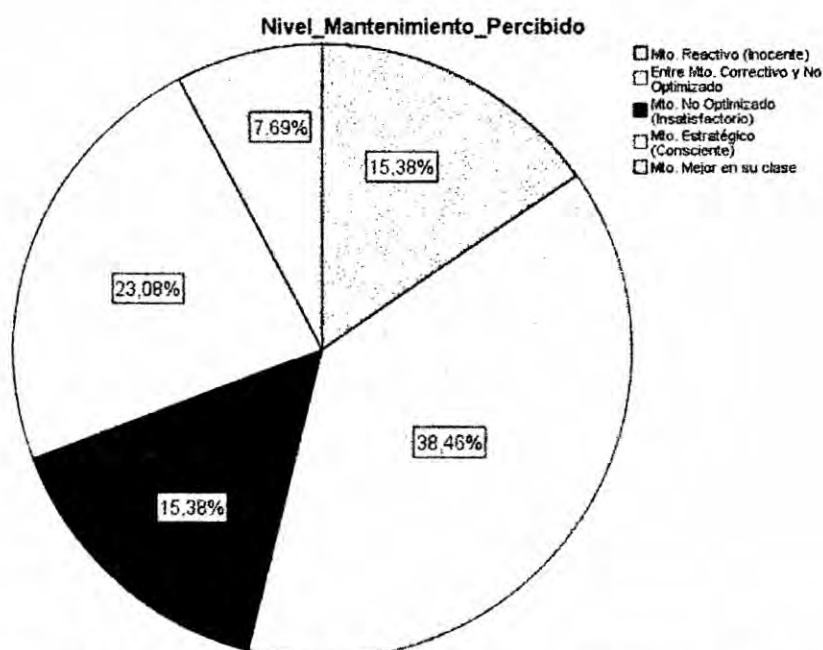
### 3.4 RESULTADOS DEL ÁREA DE OPERACIONES- Percepción del Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones (Puntos muy débiles y fuertes identificados)

Tomando los datos obtenidos de las 13 personas entrevistadas del área de Operaciones, se tiene que existe una dispersión entre los valores indicados (frecuencia) con respecto al nivel de mantenimiento percibido, dado que 5 personas perciben el nivel de mantenimiento entre mantenimiento correctivo y no optimizado, 3 personas perciben el mantenimiento como estratégico, 2 personas en nivel de mantenimiento Inocente, 2 personas lo perciben Insatisfactorio, y 1 persona lo percibe como mejor en su clase.

**Nivel\_Mantenimiento\_Percibido**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Mto. Reactivo (Inocente)	2	15,4	15,4	15,4
Entre Mto. Correctivo y No Optimizado	5	38,5	38,5	53,8
Mto. No Optimizado (Insatisfactorio)	2	15,4	15,4	69,2
Mto. Estratégico (Consciente)	3	23,1	23,1	92,3
Mto. Mejor en su clase	1	7,7	7,7	100,0
Total	13	100,0	100,0	

**Tabla 19. Tabla con la distribución de la percepción del Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones, del área de Operaciones**



**Figura 7. Distribución porcentual del nivel de gestión de mantenimiento y operaciones por parte del área de operaciones.**

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

Debido a la dispersión de los datos con respecto a la percepción acerca del nivel de gestión de mantenimiento y operaciones, se procede a utilizar la media como valor representativo para definir el Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones percibido, siendo el valor obtenido **111,54 puntos** lo que indica que el personal de operaciones percibe un Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones en **Nivel Insatisfactorio**.

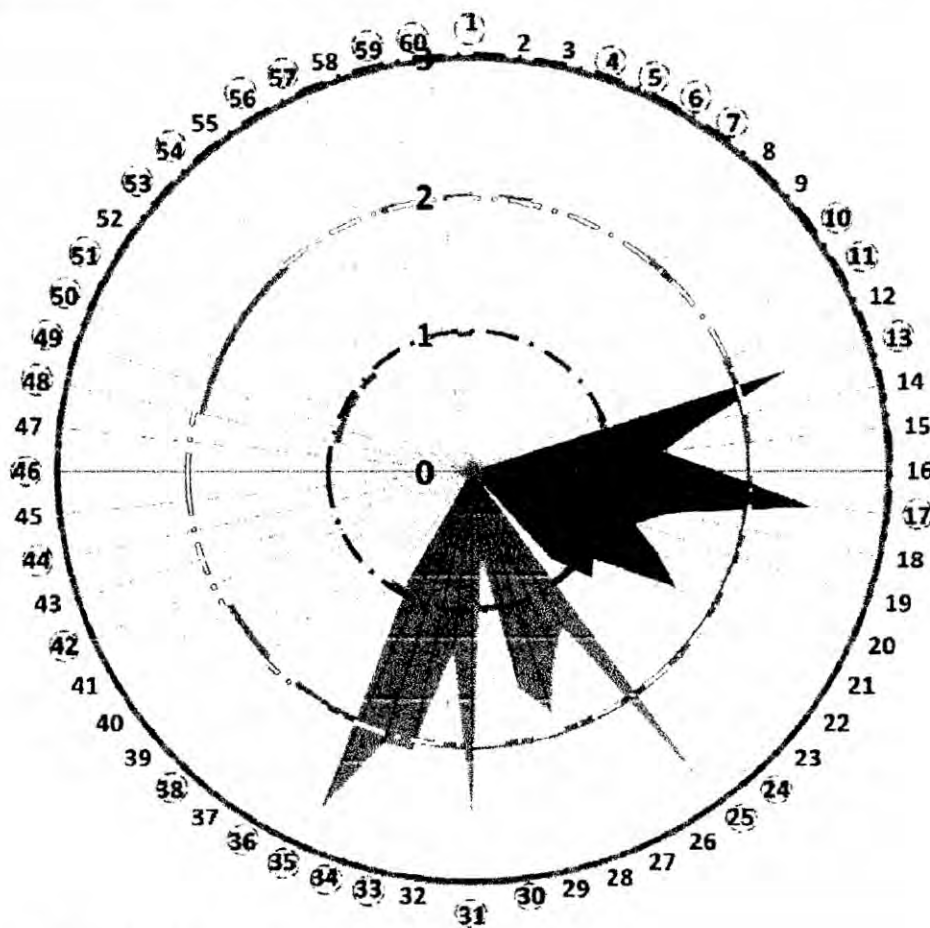
**Estadísticos**

Nivel Mantenimiento Percibido		
N	Válidos	13
	Perdidos	0
	Media	111,54

**Tabla 20. Tabla percepción promedio del nivel de gestión de mantenimiento y operaciones por parte del área de Operaciones**

### 3.4.1 ÁREA DE OPERACIONES- Puntos muy débiles y fuertes identificados por el área de Operaciones de Kallpa Generación.

Considerando sólo los datos obtenidos por el área de Operaciones, en el gráfico de radar, se aprecian 7 puntos débiles y 24 puntos fuertes.



○ PUNTOS MUY DÉBILES = 7  
 PUNTOS DÉBILES = 29  
 PUNTOS FUERTES PERCIBIDOS = 24

Valores en círculo rojo: son los aspectos muy débiles percibidos, valores menores a 1.  
 Valores no marcados: son los aspectos débiles percibidos, teniendo una puntuación entre 1 y 2.  
 Valores en círculo verde: son los aspectos más fuertes, teniendo una puntuación entre 2 y 3.

■ Recursos del Mantenimiento y Operaciones  
 ■ Tecnología de la Información  
 ■ Mantenimiento Preventivo y Tecnología  
 ■ Planificación y Programación  
 ■ Soporte al Mantenimiento y Operaciones

**Figura 8. Gráfico con los puntos muy débiles y fuertes percibidos por el área de Operaciones**

**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

	Media	%		Media	%
P1			P31		
P2	2,0	67	P32	1,3	44
P3	2,0	67	P33		
P4			P34		
P5			P35		
P6			P36	0,9	31
P7			P37	1,4	46
P8	1,8	62	P38		
P9	1,8	62	P39	1,9	64
P10			P40	1,9	64
P11			P41	1,9	64
P12	2,0	67	P42		
P13			P43	2,0	67
P14	1,7	56	P44		
P15	1,4	46	P45	2,1	69
P16	1,8	59	P46		
P17			P47	2,1	69
P18	1,5	49	P48		
P19	1,2	41	P49	0,6	21
P20	1,5	49	P50	0,7	23
P21	1,7	56	P51	0,8	26
P22	1,1	36	P52	1,2	38
P23	1,2	38	P53	0,5	18
P24	0,8	28	P54		
P25			P55	2,0	67
P26	1,3	44	P56		
P27	1,5	49	P57		
P28	1,8	62	P58	1,8	62
P29	1,6	54	P59		
P30	0,6	21	P60		

**Tabla 21. Desglose de la media de los resultados obtenidos para cada pregunta en cuanto a la percepción del área de Operaciones.**

**Puntos muy débiles identificados (valorados más bajos).**

En el área de **Tecnología de la Información** se ha detectado 1 punto muy débil:

- **P24:** Consideran que la gerencia de operaciones y mantenimiento no emplea indicadores para el seguimiento de control de gestión.

Los puntos débiles en el área de **Mantenimiento Preventivo y Tecnología** se presentan a continuación, se detectaron 2 puntos de atención crítica:

- **P30:** Consideran que la organización no registra los costos del PM (mantenimiento preventivo) y del PdM (mantenimiento predictivo).
- **P36:** Consideran que la organización no realiza el registro de cuánto cuesta el mantenimiento de los equipos (Costo de ciclo de vida)

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

En cuanto al área de **Soporte al Mantenimiento** solo se han identificado 4 aspectos muy débiles:

- **P49:** Consideran que el inventario de repuestos no se encuentra disponible cuando es requerido.
- **P50:** Consideran que no se lleva un buen plan para la preservación de los activos, materiales y repuestos en el almacén.
- **P51:** Consideran que no se definen y controlan los máximos y mínimos del inventario usando datos como movimientos de inventario, tiempo de reposición, precio, costo de mantener.
- **P53:** Consideran que no todos los ítems del inventario son contabilizados; por ejemplo: precio del ítem, tiempo de reposición.

**Puntos fuertes**

Se ha identificado 7 puntos fuertes en el área de **Recursos del Mantenimiento y Operaciones**:

- **P01:** Consideran que su área cuenta con suficiente personal y servicio de apoyo para ejecutar las labores de operaciones / mantenimiento
- **P04:** Consideran que la organización promueve que mantenimiento trabaje en función de las necesidades de operaciones.
- **P05:** Consideran que la organización compromete a operaciones para que apoye y ayude a mantenimiento a hacer su trabajo.
- **P06:** Consideran que operaciones y mantenimiento suelen identificar y resolver los problemas que afectan la planta.
- **P07:** Consideran que la organización promueve que operaciones y mantenimiento trabajen juntos en la resolución de problemas.
- **P10:** Consideran que el personal de su área está motivado para hacer los trabajos requeridos de la mejor manera.
- **P11:** Consideran que el personal de mantenimiento y operaciones cumple con las políticas y procedimientos de seguridad, higiene, y medio ambiente.

En cuanto al área de **Tecnología de la Información** se han identificado 2 puntos fuertes, como vemos a continuación:

- **P13:** Consideran que su organización utiliza un sistema computarizado para la gestión

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

del mantenimiento. (INFOR)

- **P17:** Consideran que existen y son emitidas órdenes de trabajo preventivo de los equipos a través de EAM (INFOR).

En cuanto a los puntos fuertes en el área de **Mantenimiento Preventivo y Tecnología** se han identificado principalmente 5 aspectos a destacar:

- **P25:** Consideran que la organización emplea OT (Órdenes de Trabajo) para actividades PM (mantenimiento preventivo).
- **P31:** Consideran que operaciones cumple con la entrega de los equipos de acuerdo al programa de mantenimiento según las normas de EHS y tiempo.
- **P33:** Consideran que la gerencia de mantenimiento está involucrada en las decisiones concenientes a la selección, compra y reemplazo de activo.
- **P34:** Consideran que las personas responsables para operar los equipos se encuentran bien capacitadas.
- **P35:** Consideran que conocen las funciones de su puesto de trabajo.

En cuanto al área de **Planificación y Programación** se han identificado 5 puntos fuertes:

- **P38:** Consideran que la organización tiene como práctica el empleo de una OT (órdenes de trabajo) para cada actividad a ejecutar por mantenimiento.
- **P42:** Consideran que el personal de mantenimiento es asignado a tareas de mantenimiento según su especialidad en la OT.
- **P44:** Consideran que la organización planifica, prepara y programa los trabajos de mantenimiento; tales como, reparaciones mayores y paradas de equipos.
- **P46:** Consideran que al programar las actividades se aseguran de que se encuentren disponibles los materiales, recursos y disponibilidad de los equipos.
- **P48:** Consideran que las paradas de equipos, el mantenimiento mayor u *overhauls* son planificados en coordinación con toda la organización y agentes externos.

Mientras que en el área de **Soporte al Mantenimiento y Operaciones** se han identificado 3 puntos fuertes:

- **P54:** Consideran que la gerencia de planta comparte de forma periódica las metas y objetivos con el personal.
- **P56:** Consideran que la calidad del trabajo del personal de mantenimiento es un objetivo importante.
- **P57:** Piensan que el área de mantenimiento agrega valor al negocio.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

- **P59:** Consideran que, en la gerencia, el buen desempeño en el trabajo implica trabajar de forma segura (HSEC).
- **P60:** Consideran que en la gerencia de planta es un objetivo importante mejorar el clima organizacional, el sentido de pertenencia e integración de los equipos de trabajo.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

### 3.5 RESULTADOS DE LA PERCEPCIÓN DEL ÁREA DE PLANEAMIENTO - Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones (Puntos muy débiles y fuertes identificados)

Tomando los datos obtenidos de las 3 personas entrevistadas, se tiene que 2 personas perciben que el nivel de gestión de mantenimiento y operaciones es Consciente (Nivel estratégico) y 1 persona percibe el mantenimiento reactivo o inocente. Tomando la media se tiene que el área percibe que el Nivel de Mantenimiento tiene un puntaje de 3, lo que la posiciona en “Consciente – Mantenimiento Estratégico.

**Nivel\_Mto\_Percibido**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Mto. Reactivo (Inocente)	1	33,3	33,3	33,3
Mto. Estratégico (Consciente)	2	66,7	66,7	100,0
Total	3	100,0	100,0	

**Tabla 22. Tabla con la distribución de la percepción del Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones del área de Planeamiento.**

**Estadísticos**

Nivel\_Mantenimiento\_Percibido

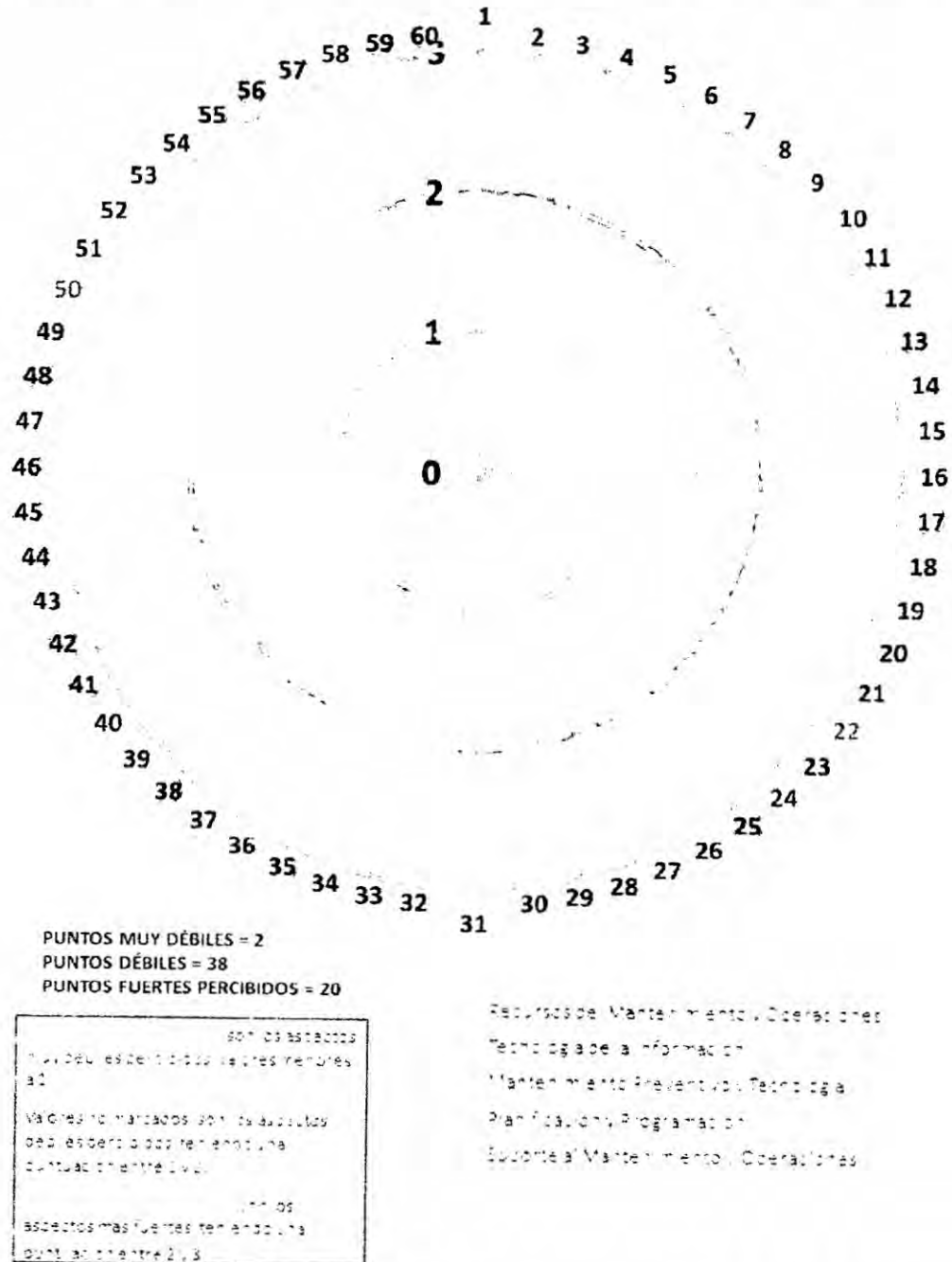
N	Válidos	3
	Perdidos	0
Media		116,33

**Tabla 23. Tabla de la percepción promedio del nivel de gestión de mantenimiento y operaciones por parte del área de planeamiento.**



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

**3.5.1 ÁREA DE PLANEAMIENTO - Puntos muy débiles y fuertes identificados por las áreas de Operaciones y Mantenimiento de Kallpa Generación.**



**Figura 9. Gráfico con los puntos muy débiles y fuertes percibidos por el área de planeamiento**

**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

	Media	%		Media	%
P1	1,7	56	P31	1,7	55,6
P2	1,7	55,6	P32	1,3	44,4
P3	1,7	55,6	P33	2,0	66,7
P4	2,3	77,8	P34	2,0	66,7
P5	2,3	77,8	P35	2,7	88,9
P6	2,7	88,9	P36	2,0	66,7
P7	2,0	66,7	P37	1,7	55,6
P8	1,3	44,4	P38	2,7	88,9
P9	1,7	55,6	P39	1,7	55,6
P10	1,7	55,6	P40	1,7	55,6
P11	2,3	77,8	P41	2,3	77,8
P12	1,7	55,6	P42	2,7	88,9
P13	2,7	88,9	P43	1,7	55,6
P14	1,7	55,6	P44	2,7	88,9
P15	1,7	55,6	P45	2,3	77,8
P16	1,3	44,4	P46	2,3	77,8
P17	2,7	88,9	P47	2,0	66,7
P18	1,3	44,4	P48	2,3	77,8
P19	1,3	44,4	P49	2,0	66,7
P20	1,7	55,6	P50	0,7	22,2
P21	1,7	55,6	P51	1,3	44,4
P22	1,0	33,3	P52	1,7	55,6
P23	1,7	55,6	P53	1,7	55,6
P24	1,7	55,6	P54	2,0	66,7
P25	2,7	88,9	P55	2,7	88,9
P26	1,3	44,4	P56	3,0	100,0
P27	2,0	66,7	P57	2,3	77,8
P28	1,3	44,4	P58	1,7	55,6
P29	2,0	66,7	P59	3,0	100,0
P30	1,7	55,6	P60	2,3	77,8

**Tabla 24. Desglose de la media de los resultados obtenidos para cada pregunta en cuanto a la percepción del área de Planeamiento.**

**Puntos muy débiles identificados (valorados más bajos).**

Los puntos débiles en el área de **Tecnología de la información** se presentan a continuación, siendo solo uno el punto más débil detectado:

- **P22:** Consideran que la organización no se compara con otras organizaciones de mantenimiento dentro y/o fuera (Benchmarking), para evaluar qué tan bien lo están haciendo.

Los puntos débiles en el área de **Soporte al mantenimiento y operaciones** se presentan a continuación, detectándose 1 punto muy débil:

- **P50:** Consideran que no se lleva un buen plan para la preservación de los equipos, materiales y repuestos en el almacén.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

### Puntos fuertes

Se han identificado 20 puntos fuertes en el área de **Recursos del Mantenimiento y Operaciones**:

- **P04:** Consideran que la organización promueve que mantenimiento trabaje en función de las necesidades de operaciones.
- **P05:** Consideran que la organización compromete a operaciones para que apoye y ayude a mantenimiento a hacer su trabajo.
- **P06:** Consideran que operaciones y mantenimiento suelen identificar y resolver los problemas que afectan la planta.
- **P11:** Consideran que el personal de mantenimiento y operaciones cumple con las políticas y procedimiento de seguridad, higiene y medio ambiente.

En cuanto al área de **Tecnología de la Información** se han identificado 2 puntos fuertes y se comenta a continuación:

- **P13:** Consideran que su organización utiliza un sistema computarizado para la gestión del mantenimiento. (INFOR)
- **P17:** Consideran que existen y son emitidas ordenes de trabajo preventiva de los equipos a través de EAM (INFOR).

En cuanto a los puntos fuertes en el área de **Mantenimiento Preventivo y Tecnología** se han identificado principalmente 2 aspectos y que se presentan a continuación:

- **P25:** Consideran que la organización emplea OT (Órdenes de Trabajo) para actividades PM (mantenimiento preventivo).
- **P35:** Consideran que conocen las funciones de su puesto de trabajo.

En cuanto al área de **Planificación y Programación** se han identificado 7 puntos fuertes:

- **P38:** Consideran que la organización tiene como práctica el empleo de una OT (órdenes de trabajo) para cada actividad a ejecutar por mantenimiento.
- **P41:** Consideran que la información del trabajo realizado en los equipos es reportada en el aviso y en la O.T
- **P42:** Consideran que el personal de mantenimiento es asignado a tareas de mantenimiento según su especialidad en la OT.
- **P44:** Consideran que la organización planifica, prepara y programa los trabajos de mantenimiento; tales como, reparaciones mayores y paradas de equipos.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

- **P45:** Consideran que la organización emplea recursos extra para manejar cargas de trabajo y para los trabajos especializados.
- **P46:** Consideran que al programar las actividades se aseguran de que se encuentren disponibles los materiales, recursos y disponibilidad de los equipos.
- **P48:** Consideran que las paradas de equipos, el mantenimiento mayor u overhauls son planificados en coordinación con toda la organización y agentes externos.

En el área de **Soporte al Mantenimiento y Operaciones** se han identificado 5 puntos fuertes:

- **P55:** Consideran que se encuentran involucrados en la definición y en las reuniones de la gerencia de planta de Kallpa, acerca de los objetivos.
- **P56:** Consideran que la calidad del trabajo del personal de mantenimiento es un objetivo importante.
- **P57:** Piensan que el área de mantenimiento agrega valor al negocio.
- **P59:** Consideran que, en la gerencia, el buen desempeño en el trabajo implica trabajar de forma segura (HSEC).
- **P60:** Consideran que, en la gerencia de planta, es un objetivo importante mejorar el clima organizacional, el sentido de pertenencia e integración de los equipos de trabajo.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

### 3.6 RESULTADOS DE LA PERCEPCIÓN DEL PERSONAL ESTRATÉGICO DE LA ORGANIZACIÓN - Percepción del Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones (Puntos muy débiles y fuertes identificados)

Tomando los datos obtenidos de las 10 personas entrevistadas de nivel estratégico (se consideran para nivel estratégico los cargos de planificador, supervisor y gerente), una vez obtenidos los datos, se tiene que 4 personas consideran que el nivel de Mantenimiento y Operaciones se encuentra en Estratégico (Consciente), seguido por 2 personas que perciben que se encuentran en un nivel de mejor en su clase y el resto consideran que se encuentran en Inocente (1), Entre Correctivo y No Optimizado (1) e Insatisfactorio (1).

		Niv. Mto			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Mto. Reactivo (Inocente)	1	10,0	10,0	10,0
	Entre Mto. Correctivo y No Optimizado	1	10,0	10,0	20,0
	Mto. No Optimizado (Insatisfactorio)	1	10,0	10,0	30,0
	Mto. Estratégico (Consciente)	4	40,0	40,0	70,0
	Mto. Mejor en su clase	3	30,0	30,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	

**Tabla 25. Tabla con la distribución de la percepción del Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones del Personal Estratégico.**

Tomando los datos de la media de todos los valores obtenidos (de las 10 personas encuestadas) se tiene que el personal estratégico percibe que el Nivel de Mantenimiento tiene un puntaje de **124,20 puntos Nivel de Consciente (Mantenimiento Estratégico)**.

#### Estadísticos

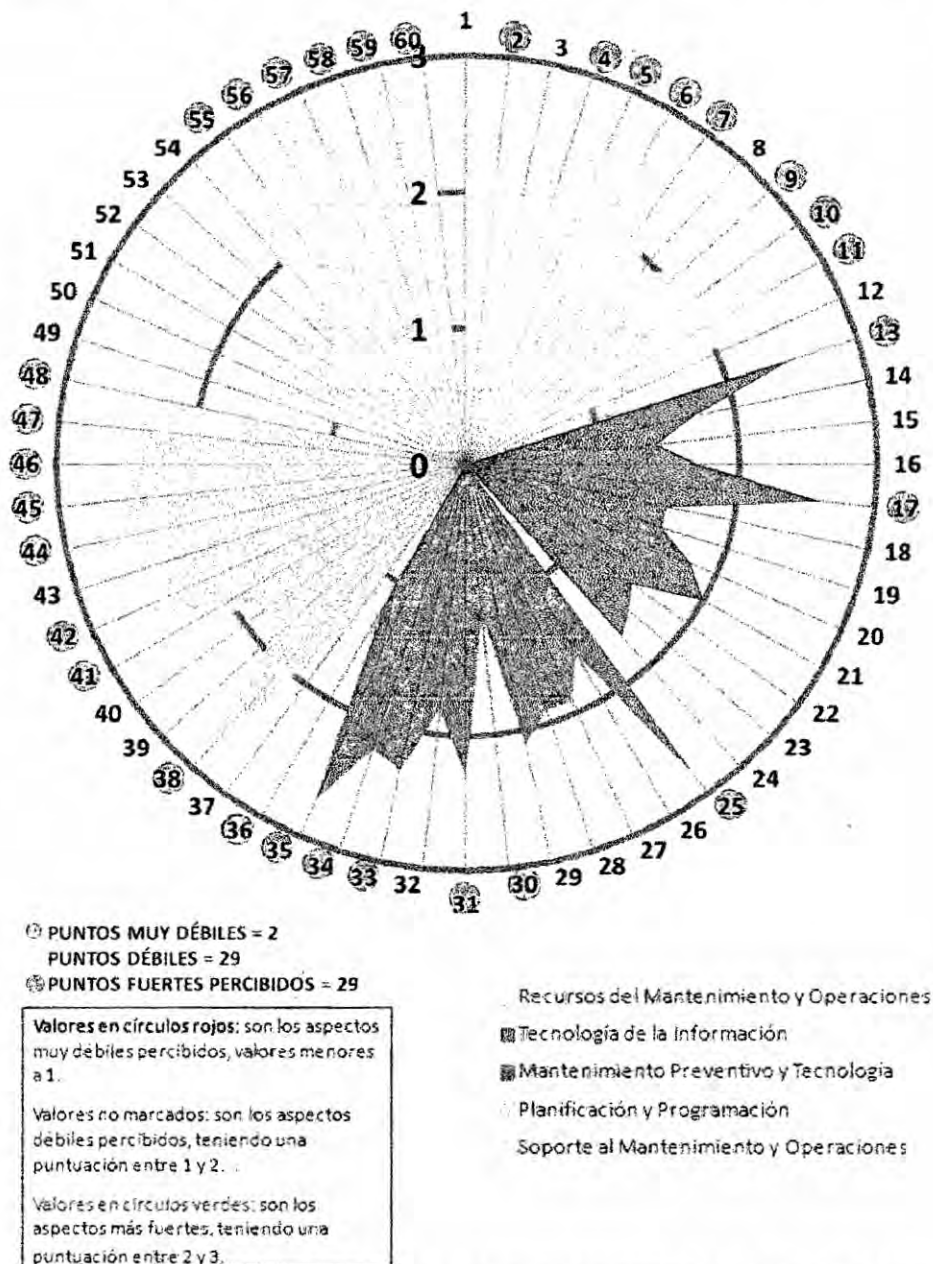
##### Nivel Mantenimiento Percibido

N	Válidos	10
	Perdidos	0
Media		124,20

**Tabla 26. Tabla de la percepción promedio del nivel de gestión de mantenimiento y operaciones por parte del personal estratégico.**

### 3.6.1 PERSONAL NIVEL ESTRATÉGICO- Puntos muy débiles y fuertes identificados por las áreas de Operaciones y Mantenimiento de Kallpa Generación.

Considerando sólo los datos obtenidos por el área de Operaciones, se aprecian 2 puntos muy débiles y 29 puntos fuertes.



**Figura 10. Gráfico con los puntos débiles y fuertes percepción del personal estratégico**

**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

	Media	%		Media	%
P1	2,1	70	P31		
P2			P32	1,8	60
P3	2,0	67	P33		
P4			P34	2,2	73
P5			P35		
P6			P36	1,2	40
P7			P37	1,5	50
P8	1,9	63	P38		
P9			P39	1,9	63
P10			P40	1,8	60
P11			P41	2,2	73
P12	1,9	63	P42		
P13			P43	2,0	67
P14	1,7	57	P44		
P15	1,4	47	P45		
P16	1,7	57	P46		
P17			P47		
P18	1,5	50	P48		
P19	1,5	50	P49	1,6	53
P20	1,8	60	P50	1,3	43
P21	2,0	67	P51	1,5	50
P22	1,5	50	P52	1,6	53
P23	1,6	53	P53	1,3	43
P24	1,7	57	P54	2,1	70
P25			P55		
P26	1,6	53	P56		
P27	1,9	63	P57		
P28	1,9	63	P58		
P29	2,1	70	P59		
P30	1,1	37	P60		

**Tabla 27. Desglose del promedio de los resultados obtenidos para cada pregunta en cuanto a la percepción del personal estratégico.**

**Puntos muy débiles identificados (valorados más bajos).**

Los puntos débiles en el área de **Mantenimiento Preventivo y Tecnología** se presentan a continuación, habiéndose detectado 2 puntos críticos:

- **P30:** Consideran que la organización no registra los costos del PM (mantenimiento preventivo) y del PdM (mantenimiento predictivo).
- **P36:** Consideran que la organización no realiza el registro de cuánto cuesta el mantenimiento de los equipos (Costo de ciclo de vida)

**Puntos fuertes**

Se ha identificado 8 puntos fuertes en el área de **Recursos del Mantenimiento y Operaciones**:

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

- **P02:** Consideran que la estructura actual de la organización es lógica y conveniente para cumplir con la ejecución de los trabajos de operación/mantenimiento.
- **P04:** Consideran que la organización promueve que mantenimiento trabaje en función de las necesidades de operaciones.
- **P05:** Consideran que la organización compromete a operaciones para que apoye y ayude a mantenimiento a hacer su trabajo.
- **P06:** Consideran que operaciones y mantenimiento suelen identificar y resolver los problemas que afectan a la planta.
- **P07:** Consideran que la organización promueve que operaciones y mantenimiento trabajen juntos en la resolución de problemas.
- **P09:** Consideran que el personal de operaciones ha recibido la capacitación necesaria que les ayude a realizar las operaciones.
- **P10:** Consideran que el personal de su área está motivado para hacer los trabajos requeridos de la mejor manera.
- **P11:** Consideran que el personal de mantenimiento y operaciones cumple con las políticas y procedimientos de seguridad, higiene y medio ambiente.

En cuanto al área de **Tecnología de la Información** se han identificado 2 puntos fuertes, como se puede apreciar seguidamente:

- **P13:** Consideran que su organización utiliza un sistema computarizado para la gestión del mantenimiento. (INFOR)
- **P17:** Consideran que existen y son emitidas órdenes de trabajo preventivo de los equipos a través de EAM (INFOR).

En cuanto a los puntos fuertes en el área de **Mantenimiento Preventivo y Tecnología** se han identificado principalmente 5 aspectos, que se presentan a continuación:

- **P25:** Consideran que la organización emplea OT (Órdenes de Trabajo) para actividades PM (mantenimiento preventivo).
- **P31:** Consideran que operaciones cumple con la entrega de los equipos de acuerdo al programa de mantenimiento según las normas de EHS y a tiempo.
- **P33:** Consideran que la gerencia de mantenimiento está involucrada en las decisiones concernientes a la selección, compra y reemplazo de equipos.



Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

- **P34:** Consideran que las personas responsables para operar los equipos se encuentran bien capacitadas.
- **P35:** Consideran que conocen las funciones de su puesto de trabajo.

En cuanto al área de **Planificación y Programación** se han identificado 8 puntos fuertes:

- **P38:** Consideran que la organización tiene como práctica el empleo de una OT (órdenes de trabajo) para cada actividad a ejecutar por mantenimiento.
- **P41:** Consideran que la información del trabajo realizado en los equipos es reportada en el aviso y en la O.T.
- **P42:** Consideran que el personal de mantenimiento es asignado a tareas de mantenimiento según su especialidad en la OT.
- **P44:** Consideran que la organización planifica, prepara y programa los trabajos de mantenimiento; tales como, reparaciones mayores y paradas de equipos.
- **P45:** Consideran que la organización emplea recursos extra para manejar cargas de trabajo y para los trabajos especializados.
- **P46:** Consideran que, al programar las actividades, se aseguran de que se encuentren disponibles los materiales, recursos y disponibilidad de los equipos.
- **P47:** Consideran que son preparados los trabajos considerando las herramientas, logística de los contratistas y los materiales, así como la compra y suministro de los mismos.
- **P48:** Consideran que las paradas de equipos, el mantenimiento mayor u overhauls son planificados en coordinación con toda la organización y agentes externos.

Por otra parte, en el área de **Soporte al Mantenimiento y Operaciones** se han identificado 5 puntos fuertes:

- **P55:** Consideran que se encuentran involucrados en la definición y en las reuniones de la gerencia de planta de Kallpa, acerca de los objetivos.
- **P56:** Consideran que la calidad del trabajo del personal de mantenimiento es un objetivo importante.
- **P57:** Piensan que el área de mantenimiento agrega valor al negocio.
- **P58:** Consideran que en la gerencia de kallpa se evalúa, reconoce y premia el buen rendimiento.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

- **P59:** Consideran que, en la gerencia, el buen desempeño en el trabajo implica trabajar de forma segura (HSEC).
- **P60:** Consideran que en la gerencia de planta es un objetivo importante mejorar el clima organizacional, el sentido de pertenencia e integración de los equipos de trabajo.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

### 3.7 RESULTADOS DE LA PERCEPCIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO DE LA ORGANIZACIÓN - Percepción del Nivel de la Gestión de Mantenimiento y Operaciones (Puntos muy débiles y fuertes identificados).

Tomando los datos obtenidos de las 23 personas entrevistadas de nivel técnico, se tiene que no existen coincidencias significativas para definir una tendencia (frecuencia) con respecto al nivel percibido de gestión de mantenimiento y operaciones (ver siguiente tabla).

**Nivel\_Mantenimiento\_Percibido**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Mto. Reactivo (Inocente)	7	30,4	30,4	30,4
Entre Mto. Correctivo y No Optimizado	6	26,1	26,1	56,5
Mto. No Optimizado (Insatisfactorio)	5	21,7	21,7	78,3
Mto. Estratégico (Consciente)	4	17,4	17,4	95,7
Mto. Mejor en su clase	1	4,3	4,3	100,0
Total	23	100,0	100,0	

**Tabla 28. Tabla con la distribución de la percepción del Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones del Personal Técnico.**

Tomando la media del valor de todas las respuestas obtenidas, se obtiene que el personal técnico percibe que el Nivel de Gestión de Mantenimiento y Operaciones es **Inocente**, con una puntuación de 109 puntos.

#### Estadísticos

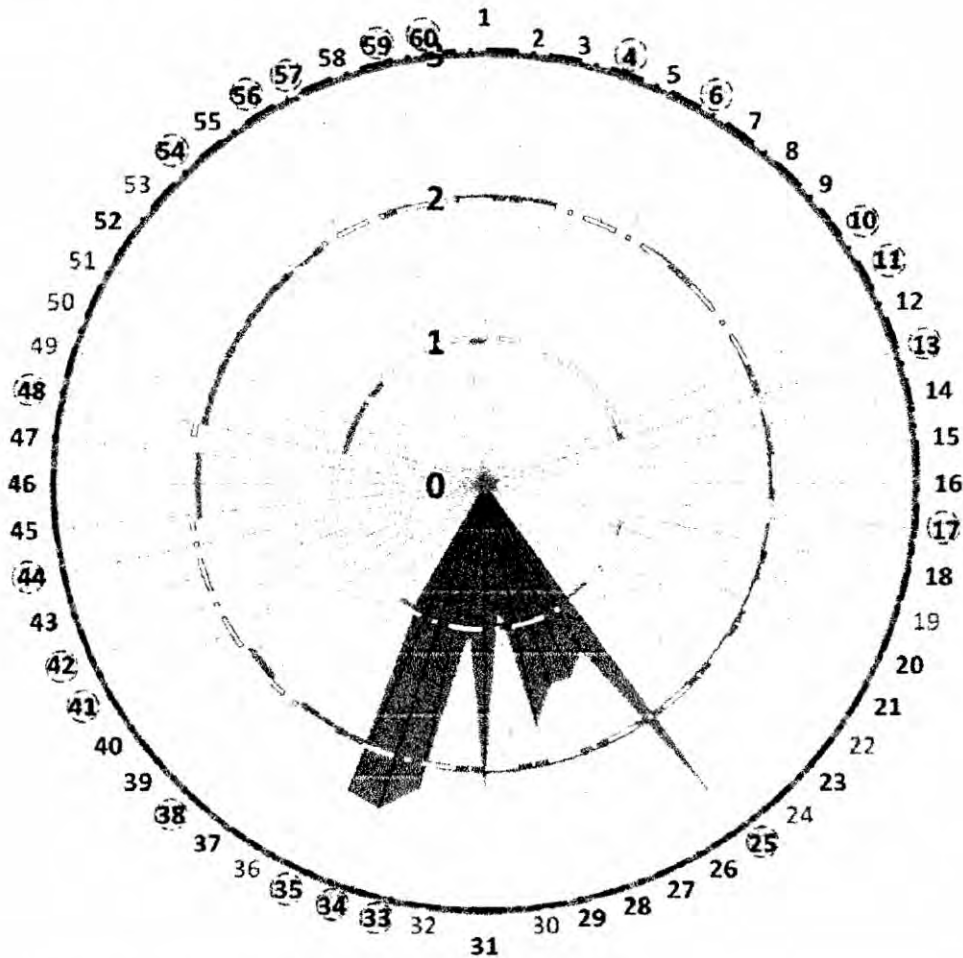
**Nivel Mantenimiento Percibido**

N	Válidos	23
	Perdidos	0
Media		108,61

**Tabla 29. Representación numérica de la muestra de personal técnico.**

Considerando sólo los datos obtenidos por el nivel técnico de la gerencia de operaciones y mantenimiento, se pueden apreciar, en el gráfico radar, 10 puntos débiles y 20 puntos fuertes.

**3.7.1 PERSONAL DE NIVEL TÉCNICO- Puntos muy débiles y fuertes identificados por las áreas de Operaciones y Mantenimiento de Kallpa Generación.**



PUNTOS MUY DÉBILES = 10  
 PUNTOS DÉBILES = 31  
 PUNTOS FUERTES PERCIBIDOS = 19

son los aspectos muy débiles percibidos, valores menores a 1  
 Valores no marcados: son los aspectos débiles percibidos, teniendo una puntuación entre 1 y 2.  
 Val. pres. en círculos verdes: son los aspectos más fuertes, teniendo una puntuación entre 2 y 3.

- Recursos del Mantenimiento y Operaciones
- Tecnología de la Información
- Mantenimiento Preventivo y Tecnología
- Planificación y Programación
- Soporte al Mantenimiento y Operaciones

**Figura 11. Gráfico con los puntos muy débiles y fuertes percibidos por el personal técnico.**

	Media	%		Media	%
P1	1,8	61	P31	2,2	72
P2	1,7	55	P32	1,0	35
P3	1,8	59	P33	2,2	72
P4	2,4	81	P34	2,4	80
P5	2,0	67	P35	2,3	78
P6	2,6	87	P36	0,9	30
P7	2,0	65	P37	1,3	42
P8	1,7	58	P38	2,9	97
P9	2,0	67	P39	1,9	64
P10	2,4	81	P40	2,0	65
P11	2,5	84	P41	2,3	75
P12	1,9	64	P42	2,6	86
P13	2,5	83	P43	2,1	71
P14	1,7	55	P44	2,7	88
P15	1,2	39	P45	1,9	64
P16	1,6	52	P46	1,9	62
P17	2,6	87	P47	2,0	67
P18	1,3	43	P48	2,3	78
P19	0,8	26	P49	0,8	28
P20	1,3	42	P50	0,9	30
P21	1,3	42	P51	0,7	22
P22	1,0	32	P52	1,1	38
P23	1,5	51	P53	0,7	23
P24	0,6	20	P54	2,1	70
P25	2,7	90	P55	1,8	59
P26	1,3	45	P56	2,9	97
P27	1,5	49	P57	2,8	93
P28	1,5	49	P58	1,5	51
P29	1,7	58	P59	2,8	93
P30	0,9	29	P60	2,0	68

**Tabla 30. Desglose del promedio de los resultados obtenidos para cada pregunta en cuanto a la percepción del personal técnico.**

**Puntos muy débiles identificados (valorados más bajos).**

En el área de **Tecnología de la Información** se han detectado 3 puntos débiles:

- **P19:** Consideran que las decisiones y las estrategias de mantenimiento no son basadas en la información del INFOR.
- **P22:** Consideran que el departamento de mantenimiento no se compara con otras organizaciones fuera y/o dentro (Benchmarking), para evaluar qué tan bien lo están haciendo.
- **P24:** Consideran que la gerencia de operaciones y mantenimiento no emplean indicadores para el seguimiento y control de la gestión.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

Los 3 puntos débiles detectados en el área de **Mantenimiento Preventivo y Tecnología** se presentan a continuación:

- **P30:** Consideran que la organización no registra los costos del PM (mantenimiento preventivo) y del PdM (mantenimiento predictivo).
- **P32:** Consideran que la organización no emplea metodologías para prevenir fallos imprevistos de máquinas o salidas de servicio imprevistas y repetitivas (ACR, RCM).
- **P36:** Consideran que la organización no realiza el registro de cuánto cuesta el mantenimiento de los equipos (Costo de ciclo de vida)

En cuanto al área de **Soporte al Mantenimiento** se han identificado 4 aspectos más débiles:

- **P49:** Consideran que el inventario de repuestos no se encuentra disponible cuando es requerido.
- **P50:** Consideran que no se lleva un buen plan para la preservación de los activos, materiales y repuestos, en el almacén.
- **P51:** Consideran que no se definen y controlan los máximos y mínimos del inventario usando datos como movimientos de inventario, tiempo de reposición, precio, costo de mantener.
- **P53:** Consideran que no todos los ítems del inventario son contabilizados; por ejemplo: precio del ítem, tiempo de reposición.

### Puntos fuertes

Se han identificado 7 puntos fuertes en el área de **Recursos del Mantenimiento y Operaciones**:

- **P04:** Consideran que la organización promueve que mantenimiento trabaje en función de las necesidades de operaciones.
- **P06:** Consideran que operaciones y mantenimiento suelen identificar y resolver los problemas que afectan la planta.
- **P10:** Consideran que el personal de su área está motivado para hacer los trabajos requeridos de la mejor manera.
- **P11:** Consideran que el personal de mantenimiento y operaciones cumple con las políticas y procedimiento de seguridad, higiene y medio ambiente.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

En cuanto al área de **Tecnología de la Información** se han identificado 2 puntos fuertes:

- **P13:** Consideran que su organización utiliza un sistema computarizado para la gestión del mantenimiento. (INFOR)
- **P17:** Consideran que existen y son emitidas órdenes de trabajo preventiva de los equipos a través de EAM (INFOR).

En cuanto a los puntos fuertes en el área de **Mantenimiento Preventivo y Tecnología** se han identificado principalmente 5 aspectos, que se presentan a continuación:

- **P25:** Consideran que la organización emplea OT (Órdenes de Trabajo) para actividades PM (mantenimiento preventivo).
- **P33:** Consideran que la gerencia de mantenimiento está involucrada en las decisiones concernientes a la selección, compra y reemplazo de equipos.
- **P34:** Consideran que las personas responsables para operar los equipos se encuentran bien capacitadas.
- **P35:** Consideran que conocen las funciones de su puesto de trabajo.

En cuanto al área de **Planificación y Programación** se han identificado 5 puntos fuertes:

- **P38:** Consideran que la organización tiene como práctica el empleo de una OT (órdenes de trabajo) para cada actividad a ejecutar por mantenimiento.
- **P41:** Consideran que el personal de mantenimiento reporta la información del aviso de trabajo y/o OT.
- **P42:** Consideran que el personal de mantenimiento es asignado a tareas de mantenimiento según su especialidad en la OT.
- **P44:** Consideran que la organización planifica, prepara y programa los trabajos de mantenimiento; tales como reparaciones mayores y paradas de equipos.
- **P48:** Consideran que las paradas de equipos, el mantenimiento mayor u *overhauls* son planificados en coordinación con toda la organización y agentes externos.

Mientras que en el área de **Soporte al Mantenimiento y Operaciones** se han identificado 5 puntos fuertes:

- **P54:** Consideran que la gerencia de planta comparte de forma periódica las metas y objetivos con el personal.
- **P56:** Consideran que la calidad del trabajo del personal de mantenimiento es un objetivo importante.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

- **P57:** Piensan que el área de mantenimiento agrega valor al negocio.
- **P59:** Consideran que, en la gerencia, el buen desempeño en el trabajo implica trabajar de forma segura (HSEC).
- **P60:** Consideran que, en la gerencia de planta, es un objetivo importante mejorar el clima organizacional, el sentido de pertenencia e integración de los equipos de trabajo.

**3.8 Tabla resumen del Nivel de Mantenimiento y Operaciones percibido por las diferentes muestras tomadas a estudio.**

A continuación se muestra una tabla resumen de las diferentes percepciones según las áreas de Mantenimiento, Operaciones y Planeación, así como la diferenciación entre los niveles estratégico y técnico en la organización. En ella, se muestra el porcentaje de la muestra global y de cada sesgo que se percibe en los diferentes Niveles de Gestión de Mantenimiento y Operaciones (Clase Mundial, Mejor en su Clase, Mantenimiento Estratégico, Mantenimiento Preventivo No Optimizado, Entre Mantenimiento Correctivo y No Optimizado, Correctivo. La última fila muestra la puntuación promedio de cada sesgo para poder apreciar en qué nivel promedio se percibe cada uno de los grupos. Esta puntuación tiene su equivalencia en Nivel de Mantenimiento percibido en la tabla posterior.

PERCEPCIÓN KALLPA						
Clase Mundial						
De lo Mejor en su Clase	11,8%	12,5%	7,7%		30%	4,3%
Consciente (Mantenimiento Estratégico)	23,5%	18,8%	23,1%	66,6%	40%	17,4%
Insatisfactorio (Mantenimiento Preventivo No Optimizado)	17,6%	18,8%	15,4%		10%	21,7%
Entre Mantenimiento Correctivo y No Optimizado	20,9%	12,5%	38,5%		10%	26,1%
Inocente (Mantenimiento Correctivo)	26,5%	37,5%	15,4%	33,3%	10%	30,4%
Puntuación Promedio	112	110	111,5	116	124	109

**Tabla 31. Resumen de las percepciones del Nivel de Mantenimiento por las áreas de Mantenimiento, Operaciones y Planeación, y el nivel Estratégico y el Técnico de la organización.**



Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

	Puntuación
Inocente(Mantenimiento Correctivo)	80-99
Insatisfactorio (Mantenimiento Preventivo No optimizado)	110-119
Consciente (Mantenimiento Estratégico)	120-139
Mejor en su Clase	140-159
Clase mundial	160-180

**Tabla 32. Equivalencia del Nivel de Mantenimiento percibido con la puntuación obtenida.**

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



**Consol**  
 Consulting Solutions for your company



**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

**4. Oportunidades de mejora comentadas por los entrevistados (Mapa Mental)**

Como parte del estudio de las 3Ps, durante las entrevistas en las que participaron las áreas de mantenimiento, operaciones y SHA (EHS) de la Empresa Kallpa Generación, se han recopilado los principales aspectos de mejora manifestados por los entrevistados (muestra total de 36 personas).

Se han empleado los mapas mentales para hacer una puesta en común de las ideas más importantes.

En este sentido las ideas manifestadas por las 36 personas entrevistadas se han podido agrupar en 5 ideas principales cada una en su respectivo mapa mental, los cuales se leen en el sentido de las agujas del reloj:

1. Recursos de Operaciones y Mantenimiento
2. Tecnología de la información
3. Mantenimiento Preventivo y Tecnología
4. Planificación y Programación
5. Soporte a las operaciones y mantenimiento



**Figura 12. Mapa mental general con las 5 áreas de oportunidades de mejora tomadas de los aportes realizados por los participantes en el estudio 3Ps.**

El siguiente mapa muestra las oportunidades de mejora en la implementación, en el soporte a las Operaciones y el Mantenimiento. Se observa que el principal problema referido a bodega se debe a que no está alineada con los requerimientos del mantenimiento. Adicionalmente, existen problemas en cuanto a la catalogación de los repuestos; los códigos no están asociados a los activos a los que pertenecen. No existe un criterio estándar para definición de Máximos y Mínimos, la confiabilidad del inventario del sistema contra el inventario físico es muy baja, el recurso humano del que dispone el almacén para gestionarlo es escaso, adicionalmente las gestiones de compras no se realizan por el EAM, sino que se tiene un Software adicional con tal fin.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**



**Figura 13. Mapa mental de oportunidades de mejora tomadas de los aportes realizados por los participantes en el estudio 3Ps, en relación al Soporte a las Operaciones y Mantenimiento.**

La Gestión de planificación se ve limitada, debido a que la programación se realiza desde mantenimiento, adicionalmente las OT no tienen cargadas repuesto, HH, procedimiento e insumos, de modo que permitan cuantificar los costos de mantenimiento. Se evidenció que no hay una interface entre EAM que le permita al planificador tener información sobre inventarios de repuesto actualizados. En las órdenes de trabajo, cuando son retroalimentadas, se registra solo el tiempo de la actividad y se totaliza las HH del mecánico registrado en el EAM, por lo que lo no se tiene opción para optimizar los planes de mantenimiento. No se puede cuantificar el *backlog* debido a que no todas las actividades de mantenimiento tienen horas estimadas. Para los planes de paradas, las gestiones de compra deben contemplar el suficiente tiempo de antelación para evitar inicio de paradas sin los repuestos en planta. Se evidencia la generación de OT doble: cuando se realiza una actividad con dos especialidades; por lo que se desvirtúa el índice de cantidad de intervenciones.

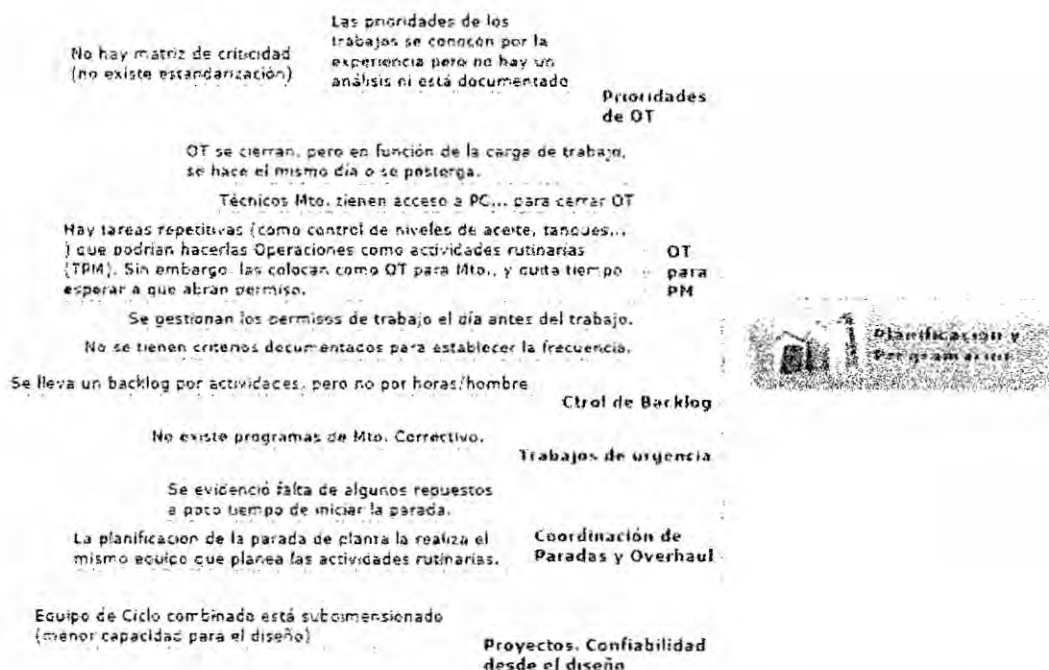
Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



**Consol**  
Generación y Operación



**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

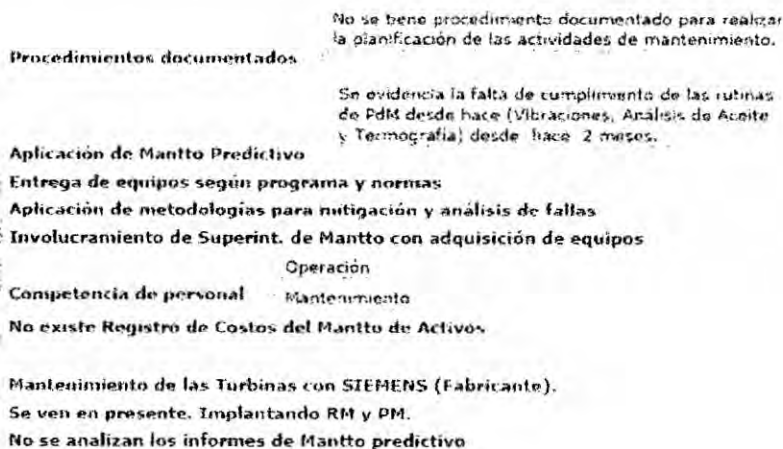


**Figura 14. Mapa mental de oportunidades de mejora tomadas de los aportes realizados por los participantes en el estudio 3Ps, en relación a Planificación y Programación.**

Es necesario fortalecer el mantenimiento preventivo con procedimientos y estándares de inspección; es necesario retomar la ejecución del mantenimiento predictivo. No se llevan indicadores de costes del mantenimiento, ni globales, ni por tipos de mantenimiento. No se utiliza el PdM como insumo para optimizar los planes de mantenimiento preventivo.



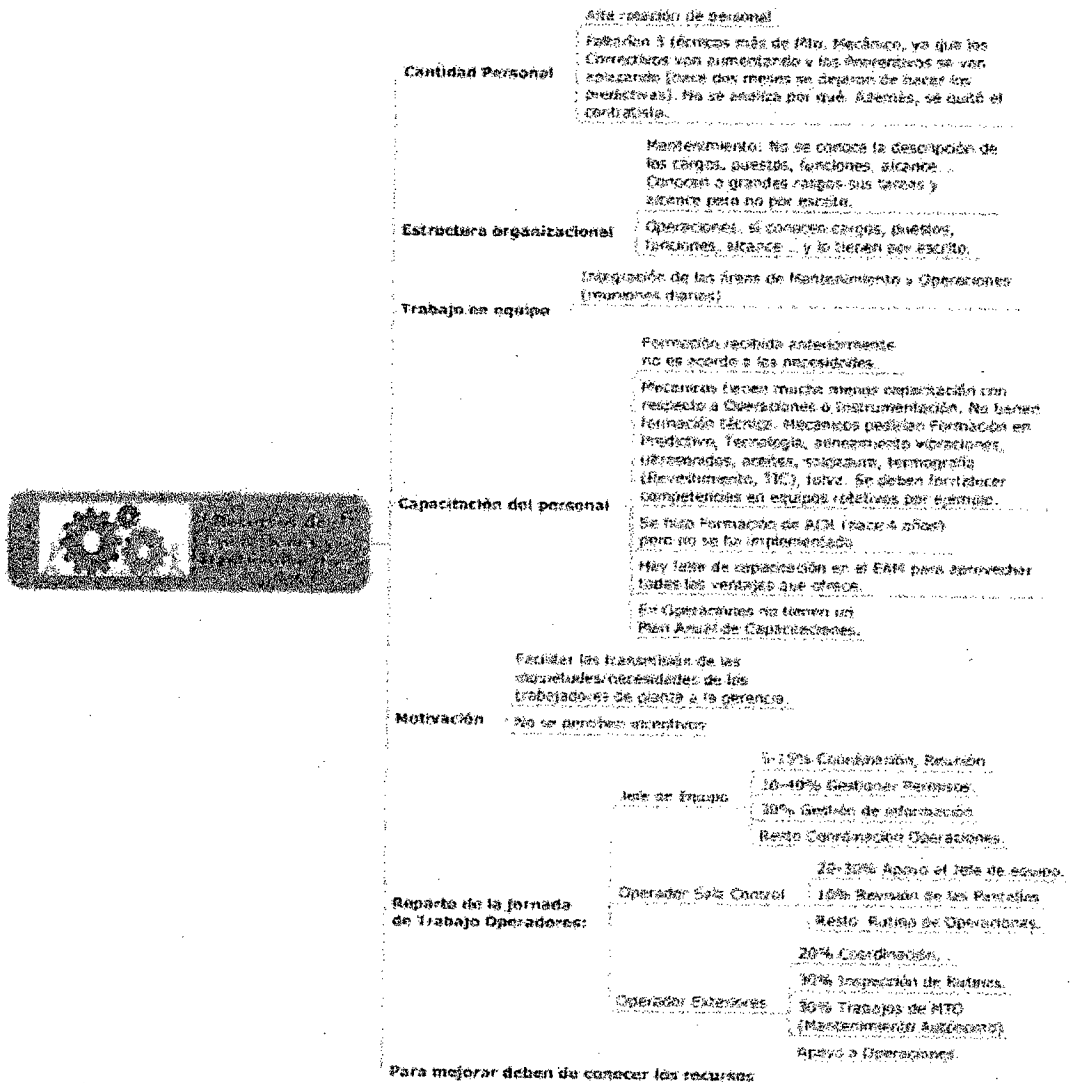
**Mantto Preventivo y Tecnología**



**Figura 15. Mapa mental de oportunidades de mejora tomadas de los aportes realizados por los**

**participantes en el estudio 3Ps, en relación al Mantenimiento Preventivo y Tecnología.**

Se estima que aún hacen falta mecánicos para ejecución del mantenimiento, debido a que el back log por actividades cada semana va en incremento, sin embargo actualmente no se puede medir la capacidad de la ejecución, por otro lado se observa un alto grado de compromiso del personal con la organización, sin embargo solicitan un plan de capacitación y cumplimiento en la ejecución. Es necesario completar la capacitación en el manejo del EAM, del personal de Planeación.



**Figura 16. Mapa mental de oportunidades de mejora tomadas de los aportes realizados por los participantes en el estudio 3Ps, en relación a los Recursos de Operaciones y Mantenimiento.**

El EAM (INFOR), no está integrado con almacén o compra, lo que dificulta la gestión



**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

sistemática del mantenimiento. Adicionalmente se utiliza un software diferente para la emisión de permisos de trabajo. El EAM tiene algunas facilidades para gestionar el mantenimiento, sin embargo la falta de insumos en cuanto a la información que se ingresa, la falta de capacitación del personal en el uso del mismo y la retroalimentación oportuna representan barreras para el óptimo uso del sistema de información.



**Tecnología de la Información**

<b>Sistema computarizado de Gest. Mto</b>	<p>Infor no está integrado con stock. Cuando vas a realizar un trabajo no puedes comprobar si tienes el material en almacén.</p> <p>El acceso al Infor está limitado a sólo 10 personas simultáneamente.</p> <p>Infor tiene la opción de manejar algunos KPI. Pero actualmente no son confiables debido a su deficiente alimentación.</p> <p>Para la vinculación de Permiso de Trabajo, Orden de Trabajo y Orden de Compra no se usa Infor, sino software adicionales. Si se enlazan los repuestos que se pueden tener en almacén (emite reporte de las veces que se ha empleado un repuesto).</p>
<b>Estructura de AF y Ubicaciones Técnicas</b>	<p>Se tiene definida una estructura de activos, en el sistema incompleta.</p> <p>Posiciones técnicas registradas en el sistema, pero no asociadas al código o señal del activo.</p>
<b>Registro de HH</b>	<p>No se evidencia que todas las actividades de Mantenimiento tengan HH estimadas</p> <p>No se evidencia el registro de cantidad de personas por especialidad implicadas en las actividades.</p>
<b>Uso de información para M&amp;O</b>	<p>Analisis</p> <p>Sólo se realiza análisis de las fallas de gran impacto, sin una metodología claramente documentada.</p>
<b>Benchmarking</b>	<p>No se encontró evidencias de que la aplicación de esta herramienta.</p>
<b>Uso de Indicadores</b>	<p>La Gestión de Mantenimiento se mide solo por cumplimiento de OT.</p> <p>No se miden MTTR, MTBF, disponibilidad y confiabilidad.</p>
<b>Procedimientos</b>	<p>Falta de procedimientos para ejecución de las actividades en el Infor.</p> <p>No se lleva registro de las lecciones aprendidas.</p> <p>Mto. trabaja bajo criterios no documentados. Luego se registra ligaramente en Infor.</p> <p>Falta de Documentación y estandarización de la Información.</p>
<b>KPI 's Operaciones</b>	<p>Heat Rate (HR)</p> <p>Disponibilidad de Maquinas</p> <p>Periodo en Mantenimiento o Parada</p>

**Figura 17. Mapa mental de oportunidades de mejora tomadas de los aportes realizados por los participantes en el estudio 3Ps, en relación a la Tecnología de la Información.**



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

5. Resultados de la evaluación juicio experto PMM Institute for Learning - Percepción del Nivel de la Gestión de Mantenimiento y Operaciones (Puntos débiles y fuertes identificados).

CLASE	ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	ADMINISTRACIÓN Y ORGANIZACIÓN	PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	TÉCNICA DE MANTENIMIENTO	MEDIDAS DE DESEMPEÑO	TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN SU USO	INVOLUCRAMIENTO DE LOS EMPLEADOS	ANÁLISIS DE CONFIDABILIDAD	ANÁLISIS DE PROCESOS	INFORMACIÓN SOBRE INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES
CLASE MUNDIAL	Estrategia Corporativa de Mantenimiento	Organización de alto desempeño	Ingeniería de Mantenimiento y Planeación de largo plazo (Min. 3 años a la vista).	Todas las técnicas de demandas de un análisis estructurado	Efectividad de equipos. Benchmarking y excelente base de datos de costes	Bases de datos totalmente integradas	Equipos de trabajo autónomos	Programa total de confiabilidad. Precisión y ajuste de estrategias con base en estudios de confiabilidad	Revisión regular de los procesos de costo, tiempo y calidad. Certificación ISO 9000 de los procesos de mantenimiento	Fuente única de información de infraestructura de equipos, componentes y sus diferentes jerarquías.
DE LO MEJOR EN SU CLASE	Plan de mejoramiento a largo plazo	Organización de mantenimiento integrada con proveedores de bienes y servicios	Buena planeación y programación del trabajo. Soporte de Ingeniería de Mantenimiento	CBM tomado y cuando resultados. PHIS con base en RCM. Inspecciones basadas en riesgo	MTBF, MTTR, Disponibilidad. Costes de Mantenimiento muy bien estructurados y gestionados	EAM (Enterprise Asset Management) Comercial ligado a financiero y materiales	Equipos de mejoramiento continuo formalmente creados y funcionando	Modelamiento de Confiabilidad	Algunas revisiones de procesos administrativos de mantenimiento (estrategias, tácticas y operativas)	Infraestructura de componentes estandarizada en las diferentes bases de datos
CONCIENTE	Plan estratégico de mantenimiento a un año	Mantenimiento integrado con las demás áreas de la compañía	Grupos de Planeación e Ingeniería de Mantenimiento establecidos	Algo de CBM. Algo de HDT.	Tiempos de parada con modo, causa y elemento de falla. Costes de mantenimiento disponibles.	EAM (Enterprise Asset Management) Comercial no ligado a otros sistemas.	Comités de mejoramiento ad-hoc	Buena base de datos de fallas en uso RCFA y FMEA	Revisiones periódicas de procesos o procedimientos técnicos. Dar disculpas.	Infraestructura de equipos jerarquizada y clasificada.
INSATISFACTORIO	Plan de mejoramiento de mantenimiento preventivo	Mantenimiento integrado a Operaciones	Soporte para detección de fallas y programación	Ir, acciones de causas en tiempo	Algunos registros de "log y cost", mantenimiento no segregados	Algunos programas o registros de repuestos	Algunas reuniones de mejoramiento en seguridad	Registro de fallas poco usado	Procesos de mantenimiento revisados por lo menos una vez.	Infraestructura de equipos y componentes actualizada en una base de datos
INOCENTE	Mantenimiento Reactivo	Organización administrativa funcional	Planeación Programación elemental. No existe Ingeniería de Mantenimiento	Paradas anuales de inspección únicamente.	Ninguna aproximación sistemática a costos de mantenimiento y fallas de equipos	Manual y registro ad-hoc	Solo reuniones con el personal para focalizar temas sindicales o sociales	No existe registro estructurado de fallas.	Procesos técnicos y administrativos de mantenimiento no documentados y nunca actualizados.	No existe ningún registro de la infraestructura de equipos y componentes

Tabla 33. Detalle de cada Nivel de Mantenimiento por áreas, reflejando la visión del experto respecto al Nivel de Mantenimiento en la organización.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

En base a la anterior tabla, que refleja los Niveles de Mantenimiento por ámbitos de aplicación, y según las evidencias encontradas a lo largo de la organización tras las diversas entrevistas con las áreas habilitadoras de Operaciones & Mantenimiento, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

#### A nivel de Estrategia de Mantenimiento:

- La organización basa su plan de mantenimiento en planes preventivos, pero no es evidente que estos planes estén abarcando todos sus activos o se estén realizando en el tiempo adecuado visto su nivel de correctivo y al incremento en tiempo del back log.
- No se percibe que cuenten con un enfoque implementado de optimización de los actuales planes de forma estructurada y con trazabilidad, aunque actualmente se están haciendo esfuerzos por documentar y completar los planes actuales.
- Otro aspecto que dificulta este proceso es el hecho de que los planes no estén soportados por procedimientos, HH, estándar de trabajo, repuesto e insumos, en el EAM (INFORM).
- Por otro lado no hay evidencias claras de que el levantamiento de los planes y su documentación esté optimizados por los análisis de fallo realizados de forma reactiva (es decir cuando ocurre el fallo). Considerando los datos de evolución del correctivo y preventivo, se aprecia una mejora entre el periodo de estos ratios.

#### A nivel de Administración y Organización:

- Producción cuenta con una estrategia inicial de mantenimiento autónomo que le permite a los operadores realizar rutas de actividades sencillas de mantenimiento, sin embargo se detectó en el EAM (INFOR), que aun existe rutinas de este tipo que son realizada por mantenimiento como es el caso de verificación de indicadores de nivel, adicionalmente estas rutinas no alimentan los planes de mantenimiento preventivo para lograr una integración entre producción y mantenimiento. Por otro lado no existe un ciclo de la OT documentado y estandarizado, hay no hay procedimientos documentados, que soporten los planes de mantenimiento. (Ejemplo; procedimientos para desacoplar una bomba para el desarrollo del plan preventivo conocido por todos y que sea controlado).
- Se evidencia como positivo la reunión de operaciones- mantenimiento de toda las mañana, dado que sirve de insumo para la priorización de las actividades de mantenimiento, sin embargo, no existe un programa semanal de mantenimiento correctivo que le permita al planificador no generar OT, por todas las solicitudes realizadas.

Un aspecto importante para asegurar la coordinación entre O & M es que su gestión sea visible a través de un sistema.

#### A nivel de Planificación y Programación:

- La organización actualmente se encuentra realizando acciones preventivas sistematizadas a través del INFOR, sin embargo estas frecuencias no han sido revisadas, no se tienen HH estimadas cargadas al sistema y las actividades reactiva se priorizan a criterio del personal de mantenimiento, no hay un criterio documentado para



Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

ello, no se cuenta con un proceso sistémico de análisis de tendencias de fallas. Por otro lado, hay evidencias de que el sistema debe definirse la ejecución por especialidades e incluir a los ayudantes para cuantificación de la HH, listado de materiales cargados, lo que repercute directamente en la programación eficiente de las actividades y conduce a que no se esté realizando una buena planeación y programación de los trabajos.

#### A nivel de Técnicas de Mantenimiento:

- La organización está realizando un plan de mantenimiento basado en condición (Termografía, Vibraciones, Análisis de aceite), sin embargo se evidenció que la técnica de vibración tiene dos meses de rezago, no se realiza un análisis de tendencias para aplicar una adecuada estrategia de mantenimiento basada en la condición o proactiva. Los análisis de fallos son realizados de forma reactiva, no hay evidencias de que se siga un análisis del desempeño o rendimiento de los equipos que ayude a evaluar la aplicación efectiva de técnicas y estrategias de mantenimiento apropiadas. Tampoco se evidencia como la estrategia de predictivo retroalimenta la optimización de los planes de mantenimiento preventivo.

#### Medidas de Desempeño:

- La organización maneja algunos informe de falla (solo se hacen informes de las fallas consideradas importante) y los costos de mantenimiento no están segregados actualmente (costos de materiales, horas hombres y logística por equipo o por agrupación de órdenes de trabajo).
- No se llevan indicadores que permitan medir la efectividad de la gestión como MTBF, MTBR, Confiabilidad y disponibilidad de los activos.
- La organización solo mide la emisión de OT y cumplimiento. Por otro lado no hay forma de medir la capacidad de mantenimiento para la ejecución de las actividades planeadas, debido a que no todas la OT tienen HH estimadas de ejecución.

#### Tecnología de la información y su uso:

- La Organización cuenta con el EAM (INFORM), en él están documentados planes de mantenimiento preventivo, basado en frecuencia sin documentación anexa, como procedimiento, adicionalmente se emplea para la emisión y registro de OT ejecutadas no hay indicadores claves de desempeño, debido a que el EAM no está lo suficientemente documentado, con HH, Repuesto, Servicios. El EAM no está integrado a los sistemas de Almacen y compra por lo que se genera claras deficiencias para el desarrollo adecuado de los planes coordinación entre los equipos implicados en los trabajos.
- Existen codificaciones de activos KKS con errores, que es necesario corregir para tener el sistema con codificaciones estándar
- Se evidencia la falta de soporte técnico en cuanto al manejo del EAM (INFOR), para llevar a cabo una efectiva gestión en el uso del Software.
- El planeador no tienen permisos de administradores en el INFOR lo que los limita para realizar modificaciones, controles de usuarios y habilitar opciones de reportes a nivel de sistema.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

#### **Involucramiento de los empleados:**

- Se evidencia compromiso de parte del personal para el desarrollo de sus actividades, sin embargo, no se encontró evidencia del cumplimiento de un plan de capacitación que permita fortalecer sus competencias, de hecho se evidencia algunas limitaciones del personal de planeación en el manejo del EAM.
- Por otro lado, a nivel de grupos o comités de mejora, se ha podido apreciar que la organización actúa sobre las fallas, pero no desarrolla análisis de tendencias de las mismas, ni análisis del desempeño o eficiencia de los equipos.
- También se ha podido evidenciar que producción puede seguir un procedimiento sistematizado de mantenimiento autónomo que permita identificar acciones proactivas o que ayuden a mejorar las acciones de mantenimiento. Adicionalmente se evidencia que la seguridad se tiene como un valor organizacional.

#### **Análisis de Confiabilidad:**

- No hay un registro adecuado de los análisis de falla, que esté alineado a un enfoque proactivo y que alimente a los planes de forma sistemática. Este proceso debe permitir hacerle seguimiento y control a la aplicación de las acciones recomendadas después de un análisis y que ello permita medir la efectividad de las mismas, por otro lado, a nivel del análisis de criticidad no se ha realizado, se maneja una criticidad subjetiva en la planta; sin embargo, no se tiene evidencias hasta ahora de que se cuente con un documento técnico en el que se asegure que la ponderación y valoración de la criticidad está adecuadamente ponderada, y que el criterio sigue la criticidad del negocio (es decir, que no se superpone la percepción de criticidad de alguna de las áreas) y que considere los cambios en el contexto operacional de las plantas.
- No se está calculando indicadores como disponibilidad y la confiabilidad de los activos de planta.
- Un aspecto importante a resaltar es que para contar con datos confiables a nivel de indicadores técnicos, al menos en un primer inicio, para los equipos críticos estos deberían ser cargados en el sistema de gestión de Kallpa y asegurar que se documente toda la información de forma precisa.
- Debe iniciarse un registro de fallas de los activos que debe incluir: Fecha de ocurrencia, descripción del modo de falla, duración del evento, especialidad, componente que falló, etc.
- Se tiene evidencia de algunos informes de análisis de falla, sin embargo no se cuenta con una metodología documentada que la soporte.

#### **Análisis de Procesos:**

- Tendencia a tener procesos técnicos y administrativos de mantenimiento revisados al menos una vez, pero no de forma sistemática ni de forma periódica, por lo que pueden estar incompletos o desactualizados. Ejemplo de ello es que no se cuente de forma

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

evidente con un documento técnico que defina claramente el procedimiento de análisis de criticidad, planeación, programación, esto incluya proceso y método para su desarrollo. No hay instrucciones de trabajo de mantenimiento revisados y aprobados, hojas de rutas disponibles y revisadas, un ciclo de la OT documentado y divulgado, documento técnico o manual que indique como es el tratamiento para la definición de la estructura de los activos, tratamiento de los mismos (ejemplo cuando ingresa a sistema, cuando se desincorpora, cuándo se mueve de ubicación técnica a otra, etc.).

- Es necesaria la definición de los roles para el manejo de los cambios, por otro lado no hay un proceso de codificación de repuesto que permita asociar los repuestos específicos a sus activos padre.
- Se evidenció un proceso mejorable en tiempos de solicitudes y entregas de permisos de trabajo seguro, de modo de hacer más eficiente la gestión de mantenimiento.

#### Información sobre infraestructura e instalaciones:

- La organización cuenta con una estructura de activos, para la gestión del mantenimiento de activos y para el uso en las técnicas de mantenimiento que asegura que están cargados en el EAM todos los equipos (incluidos los de seguridad), además los planes de trabajo corresponden al equipo instalado, que las OT de los equipos sean cargadas a los equipos adecuados de tal manera que pueda posteriormente poder hacerse un análisis.
- Se debe asegurar que los materiales puedan ser cargados a los equipos, que estos sean adecuados para el tipo de equipo y que estén completos. Asegurar a través de los procesos documentados que no existan equipos que no estén dados de alta aún en el sistema, y que entren a operación sin haber sido registrados.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

## Anexos

- Encuesta aplicada en KALLPA Generación S.A.
- Listado de participantes 3Ps- Nivel de Percepción.

## Anexo I. Encuesta: Evaluación de la Gestión del Mantenimiento de Activos.

### EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO & OPERACIONES DE ACTIVOS

El presente cuestionario tiene como objetivo proveer información de vital importancia a la **Dirección de Operaciones de KALLPA GENERACION S.A.**, con el fin de identificar y analizar las oportunidades de mejora considerando cinco áreas claves: **Recursos del Mantenimiento y Operaciones, Tecnología de la Información, Mantenimiento Preventivo y Tecnología, Planificación y Programación, y Soporte al Mantenimiento y Operaciones**, y establecer la categoría actual del mantenimiento (Inocente "Correctivo", Insatisfactorio "No Optimizado", Consciente "Estratégico", De lo Mejor en su Clase y Clase Mundial). Para ello es de gran importancia estratégica la participación, apoyo y compromiso de las áreas de mantenimiento & operaciones.



**OBJETIVO:** Con la información recolectada se pretende identificar y analizar los problemas más frecuentes presentados en la gestión del mantenimiento y operaciones de activos físicos en **KALLPA GENERACION S.A.**, el objetivo de esta actividad es dar un primer paso para identificar en qué nivel de mantenimiento y operación se encuentra KALLPA y de esta manera generar un plan de trabajo y definir acciones y/o proyectos de mejora que permitan alcanzar a corto, medio y largo plazo Operaciones con alta Disponibilidad y Confiabilidad.

**CUESTIONARIO:** De acuerdo a su experiencia en la gestión del mantenimiento y operaciones seleccione una de las cuatro alternativas propuestas para cada pregunta y le agradecemos que sea **objetivo** en su selección. Por favor, responda las preguntas **no como usted desearía que fuese** sino como usted percibe que se realiza actualmente y asegúrese de que responde todas las preguntas. **Posteriormente se comprobarán las percepciones con la realidad.**

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A

<b>RECURSOS DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO</b>	
<b>PREGUNTAS</b>	
1.	¿Cree usted que su área cuenta con suficiente personal y servicios de apoyo para ejecutar las labores de operaciones / mantenimiento?
2.	¿Considera usted que la estructura actual de la organización es lógica y conveniente para cumplir con la ejecución de los trabajos de operaciones /mantenimiento?
3.	¿Ayuda la organización actual a eliminar aquellas barreras que le impiden al personal a realizar un buen trabajo de operaciones y mantenimiento? (Ejemplos: apoyo del operador, apoyo de almacén, falta de material, firma de permisos de trabajo a tiempo, proceso de compras, capacitación, transporte)
4.	¿La organización promueve a que mantenimiento trabaje en función de las necesidades de operaciones?
5.	¿La organización compromete a operaciones para que apoye y ayude a mantenimiento a hacer su trabajo?
6.	¿Considera usted que operaciones y mantenimiento suelen identificar y resolver los problemas que afectan a la planta?
7.	¿Considera que la organización promueve que el personal de operaciones y mantenimiento trabajen juntos en la resolución de los problemas?
8.	¿Considera usted que mantenimiento ha recibido la capacitación necesaria que les ayude a hacer su trabajo?
9.	¿Considera usted que operaciones ha recibido la capacitación necesaria que les ayude a hacer su trabajo?
10.	¿El personal de su área está motivado para hacer los trabajos requeridos de la mejor manera posible?
11.	¿El personal de mantenimiento y operaciones cumple con las políticas y procedimientos de seguridad, higiene y medio ambiente?
12.	¿Se hace una puesta en marcha conjunta entre operaciones y mantenimiento, y se realiza un seguimiento posterior a los equipos reparados?

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

<b>TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN</b>	
<b>PREGUNTAS</b>	
13.	¿Su organización emplea un sistema computarizado para la gestión de mantenimiento (Ejemplo: INFOR, MAXIMO, que no sea Excel)?
14.	¿Está actualizada la estructura de activos físicos y ubicaciones técnicas (Ejemplo: INFOR, MAXIMO, que no sea Excel)?
15.	¿Cuenta su organización con una herramienta informática que integre documentación técnica y los procedimientos de mantenimiento? (Ejemplo: Sistema de Gestión Documental)
16.	¿El personal está entrenado en herramientas informáticas para la gestión del mantenimiento y operación, que no sea Excel)?
17.	Existen y son emitidas órdenes de trabajo para los Equipos a través de (Ejemplo: INFOR, MAXIMO, que no sea Excel)?
18.	¿La gestión de compras está integrada al INFOR o al sistema computarizado para las labores de mantenimiento?
19.	¿Las decisiones y las estrategias de mantenimiento son basadas en la información del INFOR? (Ejemplo: Análisis de los Indicadores de Gestión, análisis de fallas)
20.	¿Su organización hace seguimiento del total de trabajos de mantenimiento realizados y sus costos?
21.	¿Su organización hace seguimiento a las fallas y confiabilidad para medir indisponibilidad?
22.	¿El departamento de mantenimiento se compara con otras organizaciones de mantenimiento fuera y/o dentro (benchmarking), para evaluar qué tan bien lo están haciendo?
23.	¿Es registrado el tiempo de horas hombres empleados en los trabajos al concluir los mismos? Por ejemplo, la notificación de las actividades es realizada el mismo día de la ejecución en INFOR
24.	¿Las gerencias de operación y mantenimiento emplean los indicadores para el seguimiento de control de gestión?

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A
--------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>PREGUNTAS</b>	
25.	¿Tu organización emplea OT (Órdenes de Trabajo) para actividades PM (Mantenimiento Preventivo)?
26.	¿Cuenta la organización con un procedimiento documentado y estándar de monitoreo de condiciones? Ejemplo: Toma de muestras de aceite, vibraciones, termografía, entre otros.
27.	¿Tiene la organización definido un plan de mantenimiento para aquellos equipos críticos?
28.	¿Los operadores realizan actividades de mantenimiento tales como: inspecciones o mantenimientos menores, etc.?
29.	¿Su organización aplica el Mantenimiento Predictivo (PdM), como por ejemplo: análisis de vibración, análisis de aceite, termografía, emplea alguna tecnología de infrarrojo o termica, ultrasonido o alineación óptica o láser?
30.	¿Su organización registra los costos del PM (Mantenimiento Preventivo) y del PdM (Mantenimiento Predictivo)?
31.	¿Operaciones cumple con la entrega de los equipos de acuerdo al programa de mantenimiento según las normas de EHS y a tiempo?
32.	¿La organización emplea metodologías para prevenir los paros imprevistos de máquina o salidas de servicios imprevistas y las fallas repetitivas? Ejemplo: ACR (Análisis Causa y Raíz), Análisis de fallas, RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad).
33.	¿La Gerencia de Mantenimiento está involucrada en las decisiones concernientes a la selección, compra y reemplazo de equipos?
34.	¿Usted considera que las personas responsables para operar los equipos se encuentran bien capacitados?
35.	¿Conoce usted las funciones de su puesto de trabajo?
36.	¿Su organización hace el registro de cuánto cuesta el mantenimiento de los equipos (Costo del Ciclo de Vida del Activo)?



Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha:	26-11-2013



**Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A**

<b>PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN</b>	
<b>PREGUNTAS</b>	
37.	¿Existe alguna metodología establecida o aprobada para la definición de las prioridades de las OT (órdenes de Trabajo) que se encuentre documentada y que sea empleada? (Prioridad en el aviso)
38.	¿Su organización tiene como práctica el empleo de una OT (órdenes de trabajo) para cada actividad a ejecutar por mantenimiento?
39.	¿El sistema de cómo las OT (órdenes de trabajo) son requeridas, planificadas, programadas, ejecutadas y controladas es efectivo? (Ciclo de la OT)
40.	¿Mantenimiento controla el Backlog (Trabajos pendientes)?
41.	¿La información del trabajo realizado en los equipos es reportada en el aviso y en la OT (orden de trabajo)?
42.	¿El personal de mantenimiento es asignado a tareas de mantenimiento según su especialidad en la OT (orden de trabajo)?
43.	¿Los trabajos que no son urgentes son bien planificados antes de ser ejecutados? Ej. Se asegura que se encuentren disponibles los repuestos y/o materiales requeridos antes de ser programados, permisos de trabajos, personal disponible.
44.	¿Su organización planifica, prepara y programa los trabajos de mantenimiento; tales como, reparaciones mayores y paradas de equipos?
45.	¿Su organización emplea recursos extras para manejar cargas de trabajo y para trabajos especializados?
46.	¿Al programar las actividades se asegura de que se encuentren disponibles los materiales, recursos y disponibilidad de los equipos?
47.	¿Son preparados los trabajos considerando las herramientas, la logística de los contratistas y los materiales, así como la compra y suministro oportuno?
48.	¿Las paradas de equipos, el mantenimiento mayor u overhauls son planificados en coordinación con toda la organización y agentes externos? Ej. Operaciones, Compras, Ingeniería, Otros.

Documento:	Informe		
Revisión:	B	Fecha	26-11-2013



<b>Informe – 3Ps Percepción del Nivel de Gestión del Mantenimiento y Operaciones de Kallpa Generación S.A</b>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>SOPORTE A LAS OPERACIONES Y MANTENIMIENTO</b>	
<b>PREGUNTAS</b>	
49.	¿El inventario de repuestos se encuentra disponible cuando es requerido?
50.	¿Se lleva un buen plan para la preservación de los equipos, materiales y repuestos en el almacén?
51.	¿Definen y controlan los máximos y mínimos del inventario usando datos como movimientos de inventario, tiempo de reposición, precio, costo de mantener (participa mantenimiento en esta tarea)?
52.	¿Cree usted que el proceso de compra es manejado dentro del tiempo previsto (es ágil)?
53.	¿Todos los ítems del inventario son contabilizados, por ejemplo: precio del ítem, tiempo de reposición?
54.	¿Son las metas y los objetivos de la Gerencia de Planta Kallpa compartidos con el personal periódicamente?
55.	¿Usted se encuentra involucrado en la definición y en las reuniones acerca de los objetivos de la Gerencia de Planta Kallpa?
56.	¿La calidad del trabajo del personal de mantenimiento u operaciones es un objetivo importante?
57.	¿Usted piensa que el área de mantenimiento u operaciones agrega valor al negocio?
58.	¿La Gerencia de Planta de Kallpa evalúa, reconoce y premia el buen rendimiento?
59.	¿Para la Gerencia de Planta de Kallpa el buen rendimiento en el trabajo implica trabajar de forma segura?
60.	¿En la Gerencia de Planta es un objetivo importante mejorar el clima organizacional, el sentido de pertenencia e integración de los equipos de trabajo? (Ejemplo: Ponerse la camiseta)

# **ANEXO 04**

## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

N°	Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa	
	Activo	Descripción
1	10EKG10AA001	PLANT INLET GAS BLOCK VALVE
2	10EKG10AA003	TRIP VALVE BY PASS BLOCK VALVE
3	10EKG10AA004	TRIP VALVE BLOCK VALVE, BEFORE
4	10EKG10AA005	Gas Yard Trip Valve
5	10EKG10AA006	TRIP VALVE BLOCK VALVE, AFTER
6	10EKG10AA013	TRIP VALVE SOLENOID
7	10EKG10AA301	ISOLATION MANUAL VALVE
8	10EKG10AA302	ISOLATION MANUAL VALVE
9	10EKG10AA303	ISOLATION MANUAL VALVE
10	10EKG10AA304	ISOLATION MANUAL VALVE
11	10EKG10CG005B	TRIP VALVE POSITION FEEDBACK SWITCH
12	10EKG10CG005C	TRIP VALVE POSITION FEEDBACK SWITCH
13	10EKG10CP001	INDICADOR DE PRESION
14	10EKG10CP002	INDICADOR DE PRESION
15	10EKG10CP501	PRESSURE GAUGE BEFORE TRIP VALVE
16	10EKG10CP502	INDICADOR DE PRESION
17	10EKG10CT001	INDICADOR DE TEMPERATURA
18	10EKG10CT501	TEMPERATURE GAUGE INDICATOR AFTER TRIP VALVE
19	11EKC10AN001-M01	DEW POINT HEATER FORCED FAN MOTOR
20	11EKC10AN001-Q01	DEW POINT HEATER FORCED FAN MOTOR BOARD
21	11EKC51AA001	YV2102 MAIN GAS SHUT OFF VALVE
22	11EKC51AA002	YV2104 SECONDARY GAS SHUT OFF VALVE
23	11EKC51AA081	YV-2101 DPH PILOT SOLENOID VALVE
24	11EKC51AA082	YV-2105 DPH PILOT SOLENOID VALVE
25	11EKC51AA101	TY2001A - DPH GAS INLET VALVE
26	11EKC51AA102	PCV2105 ELECTRIC HEATER OUTLET GAS REGULATOR VALVE
27	11EKC51AA103	PCV2104 DPH PILOT REGULATOR VALVE
28	11EKC51AA104	PCV2102 DPH MAIN GAS REGULATOR VALVE
29	11EKC51AA105	PCV2103 DPH GAS REGULATOR VALVE
30	11EKC51AA111	INSTRUMENT AIR REGULATOR VALVE
31	11EKC51AA191	PSV2101 DPH GAS FILTER RELIEF VALVE
32	11EKC51AA192	YV2103 MAIN GAS RELIEF SOLENOID VALVE
33	11EKC51AA193	PSV2002 WATER BATH OVER PRESSURE RELIEF VALVE
34	11EKC51AA301	ELECTRIC HEATER INLET MANUAL VALVE
35	11EKC51AA302	ISOLATION MANUAL VALVE TO PI2103
36	11EKC51AA303	GAS SCRUBBER LEVEL INDICATOR ISOLATION MANUAL VALVE
37	11EKC51AA304	GAS SCRUBBER LEVEL INDICATOR ISOLATION MANUAL VALVE
38	11EKC51AA305	GAS SCRUBBER MANUAL DRAIN VALVE
39	11EKC51AA306	GAS SCRUBBER RELIEF MANUAL VALVE
40	11EKC51AA401	DPH BURNER MAIN GAS MANUAL VALVE
41	11EKC51AA402	DPH BURNER MAIN GAS MANUAL VALVE
42	11EKC51AA403	DPH GAS PILOT MANUAL VALVE
43	11EKC51AA404	DPH GAS PILOT MANUAL VALVE
44	11EKC51AA410	DPH BURNER MAIN GAS MANUAL DRAIN VALVE
45	11EKC51AA411	DPH BURNER MAIN GAS MANUAL DRAIN VALVE
46	11EKC51AC001	HEATER DE GAS YARD I
47	11EKC51AC002	ELECTRIC HEATER
48	11EKC51AT001	DPH GAS SCRUBBER FILTER
49	11EKC51BC001	BIC2101 COMBUSTION CONTROLLER
50	11EKC51BE001	BE2101 FLAME SCANNER
51	11EKC51BZ001	XS2101 DPH IGNITOR
52	11EKC51CF001	FQI2101 MEDIDOR DE FLUJO DE CALENTADOR GAS YARD I
53	11EKC51CF002	FCV2101 COMBUSTION AIR FLOW CONTROL VALVE
54	11EKC51CL081	LSL2001 WATER BATH LOW LEVEL SWITCH
55	11EKC51CL501	LG2001 WATER TANK LEVEL INDICATOR

## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

N°	Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa	
	Activo	Descripción
56	11EKCS1CP081	PSL2101 MAIN GAS LOW PRESSURE SWITCH
57	11EKCS1CP082	PSH2101 MAIN GAS HIGH PRESSURE SWITCH
58	11EKCS1CP083	PSL2102 COMBUSTION AIR LOW PRESSURE SWITCH
59	11EKCS1CP501	PDI2101 DIFFERENTIAL PRESSURE GAUGE 0-15 PSID
60	11EKCS1CP502	PI2103 BURNER GAS SUPPLY PRESSURE INDICATOR 0-100 PSI
61	11EKCS1CP503	PI2101 MAIN GAS PRESSURE INDICATOR
62	11EKCS1CP504	PI2102 SECONDARY GAS PRESSURE INDICATOR
63	11EKCS1CP505	PI2103 COMBUSTION AIR PRESSURE INDICATOR
64	11EKCS1CT003	TE2001 WATER BATH THERMOCOUPLE TO DIGITAL INDICATOR
65	11EKCS1CT004	TE2002 WATER BATH THERMOCOUPLE TO CONTROLLER
66	11EKCS1CT005	TE2003 HEATER STACK THERMOCOUPLE
67	11EKCS1CT501	TIAH2001 WATER BATH TEMPERATURE INDICATOR
68	11EKCS1CT502	TI2002 WATER BATH TEMPERATURE INDICATOR
69	11EKCS1CT503	TIAH2002 HEATER STACK TEMPERATURE INDICATOR
70	11EKCS1CT504	TI2001 HEATER INLET GAS TEMPERATURE INDICATOR
71	11EKCS1CT505	TI2003 HEATER OUTLET GAS TEMPERATURE INDICATOR
72	11EKCS1TC001	TIC2002 WATER BATH TEMPERATURE CONTROLLER
73	11EKCS1TC002	TIC2004 DPH PROCESS GAS TEMPERATURE CONTROLLER
74	11EKCS3AA101	TY2002A - DPH BY PASS VALVE
75	11EKD10AA102	PRESSURE REGULATING VALVE - 2ND REGULATION STAGE
76	11EKD61AA001	1ST STAGE REGULATION INLET MANUAL VALVE
77	11EKD61AA002	1ST STAGE REGULATION TRIP VALVE
78	11EKD61AA003	1ST STAGE REGULATION OUTLET MANUAL BLOCK VALVE
79	11EKD61AA011	1ST STAGE REGULATION INLET MANUAL VALVE
80	11EKD61AA013	1ST STAGE REGULATION OUTLET MANUAL BLOCK VALVE
81	11EKD61AA013-S01	1ST STAGE REGULATION TRIP VALVE, AIR INSTRUMENT SOLENOID VALVE
82	11EKD61AA021	Valvula de suministro de gas instrumento a valvula de corte low pressure GY-1B
83	11EKD61AA101	LOW PRESSURE REGULATION VALVE
84	11EKD61AA102	HIGH PRESSURE REGULATION VALVE
85	11EKD61AA201	MAIN REGULATION MANUAL BLOCK VALVE
86	11EKD61AA203	MAIN REGULATION MANUAL BLOCK VALVE
87	11EKD61AA204	SECONDARY REGULATION MANUAL BLOCK VALVE
88	11EKD61AA206	SECONDARY REGULATION MANUAL BLOCK VALVE
89	11EKD61AA303	ISOLATION MANUAL VALVE
90	11EKD61AA304	ISOLATION MANUAL VALVE
91	11EKD61AA315	ISOLATION MANUAL VALVE
92	11EKD61AA501	1ST STAGE REGULATION MANUAL VENT VALVE
93	11EKD61AA502	1ST STAGE REGULATION MANUAL VENT VALVE
94	11EKD61CG02B	TRIP VALVE POSITION SWITCH
95	11EKD61CG02C	TRIP VALVE POSITION SWITCH
96	11EKD61CP001	1ST STAGE REGULATION OUTLET PRESSURE TRANSMITTER
97	11EKD61CP502	PRESSURE GAUGE INDICATOR AFTER 1ST STAGE REGULATION
98	11EKD61CP503	PRESSURE GAUGE INDICATOR BEFORE 1ST STAGE REGULATION
99	11EKD61CT001	1ST STAGE REGULATION OUTLET TEMPERATURE THERMOCOUPLE
100	11EKD61CT501	1ST STAGE REGULATION OUTLET TEMPERATURE GAUGE INDICATOR
101	11EKD62AA002	1ST STAGE REGULATION TRIP VALVE
102	11EKD62AA003	1ST STAGE REGULATION OUTLET MANUAL VALVE
103	11EKD62AA013	1ST STAGE REGULATION OUTLET MANUAL VALVE
104	11EKD62AA013-S01	1ST STAGE REGULATION TRIP VALVE, AIR INSTRUMENT SOLENOID VALVE
105	11EKD62AA101	LOW PRESSURE REGULATION VALVE
106	11EKD62AA102	HIGH PRESSURE REGULATION VALVE
107	11EKD62AA201	MAIN REGULATION MANUAL BLOCK VALVE
108	11EKD62AA203	MAIN REGULATION MANUAL BLOCK VALVE
109	11EKD62AA204	SECONDARY REGULATION MANUAL BLOCK VALVE

## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

N°	Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa	
	Activo	Descripción
110	11EKD62AA206	SECONDARY REGULATION MANUAL BLOCK VALVE
111	11EKD62AA303	ISOLATION MANUAL VALVE
112	11EKD62AA304	ISOLATION MANUAL VALVE
113	11EKD62AA315	ISOLATION MANUAL VALVE
114	11EKD62AA501	1ST STAGE REGULATION MANUAL VENT VALVE
115	11EKD62AA502	1ST STAGE REGULATION MANUAL VENT VALVE
116	11EKD62CG02B	TRIP VALVE POSITION SWITCH
117	11EKD62CG02C	TRIP VALVE POSITION SWITCH
118	11EKD62CP001	1ST STAGE REGULATION OUTLET PRESSURE TRANSMITTER
119	11EKD62CP502	PRESSURE GAUGE INDICATOR AFTER 1ST STAGE REGULATION
120	11EKD62CP503	PRESSURE GAUGE INDICATOR BEFORE 1ST STAGE REGULATION
121	11EKD62CT001	1ST STAGE REGULATION OUTLET TEMPERATURE THERMOCOUPLE
122	11EKD62CT001XQ01	TEMPERATURE TRANSMITTER
123	11EKD62CT501	1ST STAGE REGULATION OUTLET TEMPERATURE GAUGE INDICATOR
124	11EKD70AA191	1ST STAGE REGULATION OUTLET PRESSURE RELIEF VALVE
125	11EKE21AA003	KNOCK OUT DRUMP DRAIN VALVE SOLENOID 1ST STAGE
126	11EKE21AA013	SOLENOID VALVE, 3 WAY NORMALLY CLOSED, 120 VAC COIL
127	11EKE21AA023	SOLENOID VALVE, 3 WAY NORMALLY CLOSED, 120 VAC COIL
128	11EKE21AA191	KNOCK OUT DRUMP RELIEF VALVE
129	11EKE21AA303	VALVE, 2 VALVE MANIFOLD, BLOCK & BLEED W/TEST PORT, CARBON STEEL
130	11EKE21AA304	VALVE BALL 1" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
131	11EKE21AA305	VALVE BALL 1" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
132	11EKE21AA314	VALVE BALL 1" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
133	11EKE21AA315	VALVE BALL 1" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
134	11EKE21AA401	VALVE BALL 2" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
135	11EKE21AA402	LEVEL CONTROL, VALVE 2" 900/ RF, CARBON STEEL, VITON SEALS, FIRE SAFE W/PNEU. ACTUATOR
136	11EKE21AA403	VALVE BALL 2" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
137	11EKE21AA405	VALVE BALL 2" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
138	11EKE21AA407	VALVE CHECK, SWING TYPE 2" SW 900/ CLASS, CARBON STEEL
139	11EKE21AA411	VALVE BALL 1" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
140	11EKE21AA412	LEVEL CONTROL, VALVE 2" 900/ RF, CARBON STEEL, VITON SEALS, FIRE SAFE W/PNEU. ACTUATOR
141	11EKE21AA413	VALVE BALL 1" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
142	11EKE21AA415	VALVE BALL 1" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
143	11EKE21AA417	VALVE CHECK, SWING TYPE 1" SW 900/ CLASS, CARBON STEEL
144	11EKE21AA453	VALVE CHECK, SWING TYPE 0.5" SW 900/ CLASS, CARBON STEEL
145	11EKE21AA454	VALVE BALL 0.5" FNPT, CARBON STEEL, TEFLON SEATS
146	11EKE21AA501	KNOCK OUT DRUMP VENT VALVE, BALL 1" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
147	11EKE21AA502	KNOCK OUT DRUMP VENT VALVE, BALL 1" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
148	11EKE21AT001	FILTRO CICLONICO I
149	11EKE21BP501	ORIFICE PLATE 1" 3/4/900 X 0.125" THK. 0.1875 BORE, PADDLE TYPE
150	11EKE21CL081	LEVEL SWITCH, MAGNETIC SPDT - LSL
151	11EKE21CL083	LEVEL SWITCH, MAGNETIC SPDT - LSH
152	11EKE21CL085	LEVEL SWITCH, MAGNETIC SPDT - LSHH
153	11EKE21CL086	LEVEL SWITCH, MAGNETIC SPDT - LSL
154	11EKE21CL087	LEVEL SWITCH, MAGNETIC SPDT - LSH
155	11EKE21CL088	LEVEL SWITCH, MAGNETIC SPDT - LSHH
156	11EKE21CL501	LEVEL GAGE MAGNETIC FLOAT, 1.0 3/900/ CONN. 24..0 RANGE
157	11EKE21CL511	LEVEL GAGE MAGNETIC FLOAT, 1.0 3/900/ CONN. 12..0 RANGE
158	11EKE21CP502	KNOCK OUT DRUMP PRESSURE INDICATOR 0-3000 PSI
159	11EKE31AA001	COALESSENT FILTER 1 INLET BLOCK VALVE 10" 900/ RF CARBON STEEL W/GEARED OPERATOR
160	11EKE31AA002	COALESSENT FILTER 1 OUTLET BLOCK VALVE 10" 900/ RF CARBON STEEL W/GEARED OPERATOR
161	11EKE31AA013	SOLENOID VALVE, 3 WAY NORMALLY CLOSED, 120 VAC COIL
162	11EKE31AA191	COALESSENT FILTER 1 RELIEF VALVE
163	11EKE31AA301	MANIFOLD VALVE, 5 VALVE W/ ISOLATION & EQUALIZATION VALVES, 0.25" NPT

## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

N°	Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa	
	Activo	Descripción
164	11EKE31AA302	MANIFOLD VALVE, 5 VALVE W/ ISOLATION & EQUALIZATION VALVES, 0.25" NPT
165	11EKE31AA303	VALVE 2 VALVE MANIFOLD, BLOCK & BLEED W/TEST PORT, CARBON STEEL
166	11EKE31AA304	VALVE BALL 1" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
167	11EKE31AA305	VALVE BALL 1" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
168	11EKE31AA306	VALVE BALL 1" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
169	11EKE31AA307	VALVE BALL 1" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
170	11EKE31AA401	VALVE BALL 1" 900/ RF, CARBON STEEL TEFLON SEATS
171	11EKE31AA403	ISOLATION MANUAL VALVE
172	11EKE31AA407	VALVE CHECK, SWING TYPE 1" SW 900/ CLASS, CARBON STEEL
173	11EKE31AA411	VALVE BALL 1" 900/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
174	11EKE31AA412	LEVEL CONTROL, VALVE 2" 900/ RF, CARBON STEEL, VITON SEALS, FIRE SAFE W/PNEU. ACTUATOR
175	11EKE31AA413	VALVE BALL 1" 900/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
176	11EKE31AA415	VALVE BALL 1" 900/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
177	11EKE31AA417	VALVE CHECK, SWING TYPE 1" SW 900/ CLASS, CARBON STEEL
178	11EKE31AA453	VALVE CHECK, SWING TYPE 0.50" SW 900/ CLASS, CARBON STEEL
179	11EKE31AA454	VALVE BALL 0.5" FNPT, CARBON STEEL TEFLON SEATS
180	11EKE31AA501	COALESCENT FILTER 1 VENT VALVE, BALL 1" 900/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
181	11EKE31AA502	COALESCENT FILTER 1 VENT VALVE BALL 1" 900/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
182	11EKE31AT001	FILTER-SEPARATOR, VESSEL COALESCING TYPE
183	11EKE31BP501	ORIFICE PLATE 1" 3/4/900 X 0.125" THK. 0.1875 BORE, PADDLE TYPE
184	11EKE31CL081	LEVEL SWITCH, MAGNETIC SPDT - LSH FILTRO 1
185	11EKE31CL083	LEVEL SWITCH, MAGNETIC SPDT - LSL FILTRO 1
186	11EKE31CL085	LEVEL SWITCH, MAGNETIC SPDT - LSHH FILTRO 1
187	11EKE31CL087	LEVEL SWITCH, MAGNETIC SPDT - LSHH FILTRO 1
188	11EKE31CL501	LEVEL GAGE MAGNETIC FLOAT, 1.0 3/900/ CONN. 12..0 RANGE
189	11EKE31CL503	LEVEL GAGE MAGNETIC FLOAT, 1.0 3/900/ CONN. 12..0 RANGE
190	11EKE31CP001	DIFFERENTIAL PRESSURE TRANSMITTER 0-30 PSID RANGE
191	11EKE31CP081	DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH
192	11EKE31CP501	PRESSURE DIFFERENTIAL INDICATOR 0-30 PSID
193	11EKE31CP502	COALESCING FILTER #1 PRESSURE INDICATOR 0-1500 PSI
194	11EKE32AA001	COALESCENT FILTER 2 INLET BLOCK VALVE 10" 900/RF CARBON STEEL W/ GEARED OPERATOR
195	11EKE32AA002	COALESCENT FILTER 2 OUTLET BLOCK VALVE 10" 900/RF CARBON STEEL W/GEARED OPERATOR
196	11EKE32AA013	SOLENOID VALVE
197	11EKE32AA191	COALESCENT FILTER 2 RELIEF VALVE
198	11EKE32AA301	MANIFOLD VALVE, 5 VALVE W/ ISOLATION & EQUALIZATION VALVES, 0.25" NPT
199	11EKE32AA302	MANIFOLD VALVE, 5 VALVE W/ ISOLATION & EQUALIZATION VALVES, 0.25" NPT
200	11EKE32AA303	VALVE 2 VALVE MANIFOLD, BLOCK & BLEED W/TEST PORT, CARBON STEEL
201	11EKE32AA304	VALVE BALL 1" 900/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
202	11EKE32AA305	VALVE BALL 1" 900/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
203	11EKE32AA306	VALVE BALL 1" 900/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
204	11EKE32AA307	VALVE BALL 1" 900/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
205	11EKE32AA401	VALVE BALL 1" 900/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
206	11EKE32AA403	VALVE BALL 1" 150/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
207	11EKE32AA405	VALVE BALL 2" 150/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
208	11EKE32AA407	VALVE CHECK, SWING TYPE 1" SW 900/ CLASS, CARBON STEEL
209	11EKE32AA411	VALVE BALL 1" 900/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
210	11EKE32AA412	LEVEL CONTROL, VALVE 2" 900/ RF, CARBON STEEL, VITON SEALS, FIRE SAFE W/PNEU. ACTUATOR
211	11EKE32AA413	VALVE BALL 1" 900/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
212	11EKE32AA415	VALVE BALL 1" 900/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
213	11EKE32AA417	VALVE CHECK, SWING TYPE 1" SW 900/ CLASS, CARBON STEEL
214	11EKE32AA453	VALVE CHECK, SWING TYPE 0.5" SW 900/ CLASS, CARBON STEEL
215	11EKE32AA454	VALVE BALL 0.5" FNPT, CARBON STEEL TEFLON SEATS
216	11EKE32AA501	COALESCENT FILTER 2 VENT VALVE, BALL 1" 900/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
217	11EKE32AA502	COALESCENT FILTER 2 VENT VALVE, BALL 1" 900/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS

## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa		
N°	Activo	Descripción
218	11EKE32AT001	FILTER-SEPARATOR, VESSEL
219	11EKE32BP501	ORIFICE PLATE 1" 3/4/900 X 0.125" THK. 0.1875 BORE, PADDLE TYPE
220	11EKE32CL081	LEVEL SWITCH, MAGNETIC SPDT - LSH
221	11EKE32CL083	LEVEL SWITCH, MAGNETIC SPDT - LSH
222	11EKE32CL085	LEVEL SWITCH, MAGNETIC SPDT - LSHH FILTRO 2
223	11EKE32CL087	LEVEL SWITCH, MAGNETIC SPDT - LSHH
224	11EKE32CL501	LEVEL GAGE MAGNETIC FLOAT, 1.0 3/900/ CONN. 12..0 RANGE
225	11EKE32CL503	LEVEL GAGE MAGNETIC FLOAT, 1.0 3/900/ CONN. 12..0 RANGE
226	11EKE32CP001	DIFFERENTIAL PRESSURE TRANSMITTER 0-30 PSID RANGE
227	11EKE32CP081	DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH
228	11EKE32CP501	PRESSURE DIFFERENTIAL INDICATOR 0-30 PSID
229	11EKE32CP502	COALESCING FILTER #2 PRESSURE INDICATOR 0-3000 PSI
230	11EKE3-CL083	LEVEL SWITCH FOR HIGH HIGH LEVEL
231	11EKE3-CP001	DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH
232	11EKE3-CP081	DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH
233	11EKE82CP502	PRESSURE GAUGE
234	11EKE8-CL081	LEVEL SWITCH FOR LOW LEVEL
235	11EKE8-CL083	LEVEL SWITCH FOR HIGH LEVEL
236	11EKE8-CL087	LEVEL SWITCH FOR HIGH LEVEL
237	11EKE8-CL501	LOCAL LEVEL INDICATOR
238	11EKE8-CL503	LOCAL LEVEL INDICATOR
239	11EKG01AA251	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
240	11EKG01AA252	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
241	11EKG01AA253	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
242	11EKG01AA255	CLASS: 1500/OPERATOR: HANDWHEEL
243	11EKG01AA256	CLASS: 1500/OPERATOR: HANDWHEEL
244	11EKG01AA257	CLASS: 1500/OPERATOR: HANDWHEEL
245	11EKG01AA258	CLASS: 1500/OPERATOR: HANDWHEEL
246	11EKG01AA263	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL
247	11EKG01BR001	TUBERIAS GAS ESTACION DE GAS
248	11EKG02AA262	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
249	11EKG03AA259	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
250	11EKG03AA260	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
251	11EKG04AA201	CLASS: 1690/OPERATOR: N/A
252	11EKG04AA261	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
253	11EKG05AA261	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
254	11EKG06AA262	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
255	11EKG06AA263	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
256	11EKG07AA264	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
257	11EKG07AA265	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
258	11EKG07AA267	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
259	11EKG07AA268	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
260	11EKG07AA270	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL
261	11EKG07AA271	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL
262	11EKG08AA266	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: HANDWHEEL
263	11EKG09AA202	CLASS: 1690/OPERATOR: N/A
264	11EKG09AA267	CLASS: 900 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: N/A
265	11EKG10AA001	INLET MANUAL VALVE - 2ND REGULATION STAGE
266	11EKG10AA003	INLET BLOCK VALVE - 2ND REGULATION STAGE
267	11EKG10AA005	PISTON ACTUATED TRIP VALVE/
268	11EKG10AA011	GAS CONTROL MANUAL VALVE TO INLET BLOCK VALVE -2ND REGULATION STAGE
269	11EKG10AA013	INLET BLOCK SOLENOID VALVE - 2ND REGULATION STAGE
270	11EKG10AA267	CLASS: 800 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: HANDWHEEL
271	11EKG10AA268	CLASS: 800 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: HANDWHEEL



## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

N°	Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa	
	Activo	Descripción
272	11EKG10AA301	ISOLATION MANUAL VALVE TO PRESSURE TRANSMITTER INLET - 2ND REGULATION STAGE
273	11EKG10AA303	FIRST MANUAL VENT VALVE DOWNSTREAM PRESSURE REGULATING VALVE-2ND REGULATION STAG
274	11EKG10AA304	ISOLATION MANUAL VALVE TO PRESSURE TRANSMITTER AND INDICATOR-2ND REGULATION STAG
275	11EKG10AA305	SECOND MANUAL VENT VALVE DOWNSTREAM PRESSURE REGULATING VALVE-2ND REGULATION STA
276	11EKG10AA311	FIRST FEEDBACK MANUAL VALVE TO PRESSURE REGULATING VALVE - 2ND REGULATION STAGE
277	11EKG10AA312	SECOND FEEDBACK MANUAL VALVE TO PRESSURE REGULATING VALVE - 2ND REGULATION STAGE
278	11EKG10AA451	CHECK VALVE DOWNSTREAM MANUAL VENT VALVE - 2ND REGULATION STAGE (NITROGEN PURGE)
279	11EKG10AA452	MANUAL VENT VALVE UPSTREAM BLOCK VALVE - 2ND REGULATION STAGE (NITROGEN PURGE)
280	11EKG10AA502	FIRST ISOLATION MANUAL VALVE TO PRESSURE TRANSMITTER-METERING SECTION-2ND REG ST
281	11EKG10AA503	SECOND ISOLATION MANUAL VALVE TO PRESSURE TRANSMITTER-METERING SECTION-2ND REG S
282	11EKG10BP601	ORIFICE PLATE - METERING SECTION - 2ND REGULATION STAGE
283	11EKG10BR001	DUCTO GAS DE SHUT OFF VALVE (TGP) A TRIP VALVE (KALLPA)
284	11EKG10CE001	PROTECCION CATODICA GAS YARD
285	11EKG10CF501	FLOW COMPUTER - METERING SECTION - 2ND REGULATION STAGE
286	11EKG10CP001	PRESSURE TRANSMITTER UPSTREAM BLOCK VALVE - 2ND REGULATION STAGE
287	11EKG10CP002	PRESSURE TRANSMITTER DOWNSTREAM PRESSURE REGULATING VALVE - 2ND REGULATION STAGE
288	11EKG10CP501	PRESSURE TRANSMITTER - METERING SECTION - 2ND REGULATION STAGE
289	11EKG10CP502	PRESSURE INDICATOR DOWNSTREAM PRESSURE REGULATING VALVE - 2ND REGULATION STAGE
290	11EKG10CT001	TYPE K THERMOCOUPLE DOWNSTREAM PRESSURE REGULATING VALVE - 2ND REGULATION STAGE
291	11EKG10CT501	TEMPERATURE INDICATOR DOWNSTREAM PRESSURE REGULATING VALVE-2ND REGULATION STAGE
292	11EKG10CT502	TYPE K THERMOCOUPLE - METERING SECTION - 2ND REGULATION STAGE
293	11EKG11AA269	CLASS: 1500 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
294	11EKG11AA270	CLASS: 1500 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
295	11EKG12AA271	CLASS: 1500 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
296	11EKG13AA269	CLASS: 1500/OPERATOR: HANDWHEEL
297	11EKG14AA270	CLASS: 1500/OPERATOR: HANDWHEEL
298	11EKG14AA271	CLASS: 1500/OPERATOR: HANDWHEEL
299	11EKG15AA272	CLASS: 1690/OPERATOR: HANDWHEEL
300	11EKG15AA273	CLASS: 1500/OPERATOR: MANUAL
301	11EKG15AA274	CLASS: 1500 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
302	11EKG15AA278	CLASS: 1690/OPERATOR: HANDWHEEL
303	11EKG16AA203	CLASS: 1690/OPERATOR: N/A
304	11EKG16AA275	CLASS: 1500 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
305	11EKG17AA276	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL
306	11EKG18AA279	CLASS: 1500/OPERATOR: HANDWHEEL
307	11EKG18AA280	CLASS: 1500/OPERATOR: HANDWHEEL
308	11EKG19AA281	CLASS: 1690/OPERATOR: HANDWHEEL
309	11EKG19AA282	CLASS: 1690/OPERATOR: HANDWHEEL
310	11EKG20AA281	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL
311	11EKG21AA002	BUTTERFLY VALVE/
312	11EKG21AA020	KNOCK OUT DRUMP INLET BLOCK VALVE
313	11EKG21AA283	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL
314	11EKG22AA285	CLASS: 1690/OPERATOR: HANDWHEEL
315	11EKG22AA286	CLASS: 1500 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
316	11EKG22AA287	CLASS: 1500 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
317	11EKG22AA288	CLASS: 1690/OPERATOR: HANDWHEEL
318	11EKG22AA289	CLASS: 1500 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
319	11EKG22AA290	CLASS: 1500 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
320	11EKG23AA273	CLASS: 1500 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
321	11EKG23AA274	CLASS: 1500 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
322	11EKG23AA278	CLASS: 1690/OPERATOR: HANDWHEEL
323	11EKG24AA203	CLASS: 1690/OPERATOR: N/A
324	11EKG24AA275	CLASS: 1500 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
325	11EKG25AA276	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL

## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

N°	Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa	
	Activo	Descripción
326	11EKG26AA279	CLASS: 1500/OPERATOR: HANDWHEEL
327	11EKG26AA280	CLASS: 1500/OPERATOR: HANDWHEEL
328	11EKG27AA281	CLASS: 1690/OPERATOR: HANDWHEEL
329	11EKG27AA282	CLASS: 1690/OPERATOR: HANDWHEEL
330	11EKG28AA281	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL
331	11EKG29AA283	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL
332	11EKG30AA285	CLASS: 1500/OPERATOR: HANDWHEEL
333	11EKG30AA286	CLASS: 1500 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
334	11EKG30AA287	CLASS: 1500 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
335	11EKG30AA288	CLASS: 1500/OPERATOR: HANDWHEEL
336	11EKG30AA289	CLASS: 2200 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
337	11EKG30AA290	CLASS: 2200 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: MANUAL
338	11EKG31AA254	CLASS: 2200/OPERATOR: HANDWHEEL
339	11EKG32AA255	CLASS: 2200/OPERATOR: HANDWHEEL
340	11EKG33AA256	CLASS: 2200/OPERATOR: HANDWHEEL
341	11EKG34AA257	CLASS: 2200/OPERATOR: HANDWHEEL
342	11EKG36AA251	CLASS: 600 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: HANDWHEEL
343	11EKG36AA252	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL
344	11EKG36AA253	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL
345	11EKG36AA254	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL
346	11EKG36AA256	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL
347	11EKG37AA203	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL
348	11EKG37AA275	CLASS: 600 / TRIM 316 S.S/OPERATOR: HANDWHEEL
349	11EKG38AA255	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL
350	11EKG38AA256	CLASS: 800/OPERATOR: HANDWHEEL
351	11EKG40AA001	GAS SKID MANUAL BYPASS VALVE
352	11EKG40AA011	GAS SKID INLET ISOLATION MANUAL VALVE
353	11EKG40AA012	GAS SKID INLET ISOLATION MANUAL VALVE
354	11EKG40AA013	GAS SKID OUTLET ISOLATION MANUAL VALVE
355	11EKG40AA014	GAS SKID OUTLET ISOLATION MANUAL VALVE
356	11EKG40CF001-XG12	SWITCH DOOR FLOW COMPUTER CABINET
357	11EKG40CF001-XG22	PURGE VALVE FLOW COMPUTER CABINET
358	11EKG40CF001-XG24	PURGE VALVE BATTERY CASE
359	11EKG40CQ001	GAS CROMATOGRAPH
360	11EKG41AA001	METER RUN 1 SHUT OFF VALVE SOLENOID
361	11EKG41AA002	METER RUN 1 SHUT OFF VALVE SOLENOID
362	11EKG41BP001	PLACA ORIFICIO MEDIDOR ULTRASONICO 1
363	11EKG41CF001	METER RUN 1 ULTRASONIC FLOW METER
364	11EKG41CP001	METER RUN 1 PRESSURE TRANSMITTER
365	11EKG41CT001	METER RUN 1 TEMPERATURE TRANSMITTER
366	11EKG42AA001	METER RUN 2 SHUT OFF VALVE SOLENOID
367	11EKG42AA001-A	KNOCK OUT DRUMP INLET BLOCK VALVE
368	11EKG42AA002	METER RUN 2 SHUT OFF VALVE SOLENOID
369	11EKG42AA011	ISOLATION MANUAL VALVE
370	11EKG42AA012	ISOLATION MANUAL VALVE/
371	11EKG42BP001	PLACA ORIFICIO MEDIDOR ULTRASONICO 2
372	11EKG42CF001	METER RUN 2 ULTRASONIC FLOW METER
373	11EKG42CP001	METER RUN 2 PRESSURE TRANSMITTER
374	11EKG42CT001	METER RUN 2 TEMPERATURE TRANSMITTER
375	11EKG51AA001	DPH INLET ISOLATION MANUAL VALVE
376	11EKG51AA003	DPH OUTLET ISOLATION MANUAL VALVE
377	11EKG51AA011	DPH INLET MANUAL ISOLATION VALVE
378	11EKG51AA013	DPH OUTLET ISOLATION MANUAL VALVE
379	11EKG51AA101	TY2001A - DPH INLET VALVE

## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

N°	Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa	
	Activo	Descripción
380	11EKG51CL081	DEW POINT HEATER GLASS LEVEL INDICATOR
381	11EKG51CT001	DPH Output Mixed Gas TYPE K TERMOCOUPLE To DPH Controller
382	11EKG51CT002	DPH Output Mixed Gas TYPE K TERMOCOUPLE To DCS Controller
383	11EKG52AA001	DPH BYPASS MANUAL VALVE
384	11EKG53AA101	TY2002A - DPH BYPASS VALVE
385	11EKG61AA001	1ST STAGE REGULATION INLET MANUAL VALVE
386	11EKG61AA011	1ST STAGE REGULATION INLET MANUAL VALVE
387	11EKG62AA001	1ST STAGE REGULATION INLET MANUAL VALVE
388	11EKG62AA011	1ST STAGE REGULATION INLET MANUAL VALVE
389	11EKL21AA020	VALVE BALL 10" 900/ RF, CARBON STEEL W/ GEARED OPERATOR
390	11EKR10AA301	VALVE 2 VALVE MANIFOLD, BLOCK & BLEED W/TEST PORT, CARBON STEEL
391	11EKR10AA304	VALVE BALL 1" 150/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
392	11EKR10AA305	VALVE BALL 1" 150/ RF CARBON STEEL TEFLON SEATS
393	11EKR10AA403	DRAIN MANUAL VALVE
394	11EKR10AT401	STRAINER Y-TYPE 1" SW ENDS, THD. CAP, CARBON STEEL 0.033 PERFORATED SCREEN
395	11EKR10BB001	DRAIN TANK, VESSEL, 500 GALONS STORAGE
396	11EKR10BP401	ORIFICE PLATE 1" 3/4/900 X 0.125" THK. 0.1875 BORE, PADDLE TYPE
397	11EKR10BP402	ORIFICE PLATE 1" 150/ X 0.125" THK. 0.25 BORE, PADDLE TYPE
398	11EKR10CL083	LEVEL SWITCH, MAGNETIC SPDT - LSH
399	11EKR10CL501	LOCAL LEVEL INDICATOR
400	11EKR10CP501	PRESSURE INDICATOR 0-100 PSI
401	11EKR31CL501	LEVEL GAGE MAGNETIC FLOAT, 0.75 150/ CONN. 24..0 RANGE
402	12EKC01AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA
403	12EKC01AA002	VALVULA MANUAL DE BOLA
404	12EKC01AA101	VALVULA ON/OFF PNEUMATICA - CALENTADOR A
405	12EKC01AA151	VALVULA DE CONTROL
406	12EKC01AA151-SOL	VALVULA SOLENOIDE DE VLV EKC01AA151 - HEATER A
407	12EKC01AA152	VALVULA REGULADORA CALENTADOR A
408	12EKC01AA302	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
409	12EKC01AA303	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
410	12EKC01AA304	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
411	12EKC01AC001	HEATER DE GAS DIRECTO # 1
412	12EKC01AT001	FILTRO INGRESO GAS QUEMADOR CALENTADOR A
413	12EKC01BC100	Combustion Controller Heater A - GAS YARD 2 - HONEYWELL
414	12EKC01CF001	MEDIDOR DE FLUJO CALENTADOR A
415	12EKC01CG001	PIROMETRO - HEATER A
416	12EKC01CG002	PIROMETRO - HEATER A
417	12EKC01CG003	PIROMETRO - HEATER A
418	12EKC01CL501	INTERRUPTOR DE NIVEL DE TANQUE DE EXPANSION CALENTADOR A
419	12EKC01CL502	INTERRUPTOR DE NIVEL DE TANQUE DE EXPANSION CALENTADOR A
420	12EKC01CP001	TRANSMISOR DE PRESIÓN REGULADA CALENTADOR A
421	12EKC01CP002	TRANSMISOR DE PRESION DE MEDICION CALENTADOR A
422	12EKC01CP501	INDICADOR DE PRESION DIFERENCIAL FILTRO CALENTADOR A
423	12EKC01CP502	INDICADOR DE PRESION CALENTADOR A
424	12EKC01CQ001	DETECTOR DE MEZCLA EXPLOSIVA CALENTADOR A
425	12EKC01CT001	TRANSMISOR DE TEMPERATURA SUMINISTRO DE GAS CALENTADOR A
426	12EKC01CT002	TRANSMISOR DE TEMPERATURA DE MEDICION CALENTADOR A
427	12EKC01CT501	INDICADOR DE TEMPERATURA DE MEDICION CALENTADOR A
428	12EKC02AA002	VALVULA MANUAL DE BOLA
429	12EKC02AA151	VALVULA ON/OFF PNEUMATICA A LA SALIDA DEL CALENTADOR A
430	12EKC02AA151 - I/P	TRANSDUCTOR I/P DE VLV CONTROL EKC02AA151 - HEATER A
431	12EKC02AA152	VALVULA SOLENOIDE A LA SALIDA DEL CALENTADOR A
432	12EKC03AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA
433	12EKC03AA151	VALVULA REGULADORA LINEA PILOTO CALENTADOR A

## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

N°	Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa	
	Activo	Descripción
434	12EKC03AA152	VALVULA SOLENOIDE A LA SALIDA DE LINEA PILOTO DEL CALENTADOR A
435	12EKC05AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA
436	12EKC05AA002	VALVULA MANUAL DE BOLA
437	12EKC05AA101	VALVULA ON/OFF PNEUMATICA - CALENTADOR B
438	12EKC05AA151	VALVULA DE CONTROL
439	12EKC05AA151-SOL	VALVULA SOLENOIDE DE VLV EKC05AA151 - HEATER B
440	12EKC05AA152	VALVULA REGULADORA CALENTADOR B
441	12EKC05AA301	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
442	12EKC05AA302	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
443	12EKC05AA303	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
444	12EKC05AA304	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
445	12EKC05AC001	HEATER DE GAS DIRECTO # 2
446	12EKC05AT001	FILTRO INGRESO GAS QUEMADOR CALENTADOR B
447	12EKC05BC100	COMBUSTION CONTROLLER HEATER B - GAS YARD 2 - HONEYWELL
448	12EKC05CF001	MEDIDOR DE FLUJO CALENTADOR B
449	12EKC05CG001	PIROMETRO - HEATER B
450	12EKC05CG002	PIROMETRO - HEATER B
451	12EKC05CL501	INTERRUPTOR DE NIVEL DE TANQUE DE EXPANSION CALENTADOR B
452	12EKC05CL502	INTERRUPTOR DE NIVEL DE TANQUE DE EXPANSION CALENTADOR B
453	12EKC05CP001	TRANSMISOR DE PRESIÓN REGULADA CALENTADOR B
454	12EKC05CP002	TRANSMISOR DE PRESION DE MEDICION CALENTADOR B
455	12EKC05CP501	INDICADOR DE PRESION DIFERENCIAL FILTRO CALENTADOR B
456	12EKC05CP502	INDICADOR DE PRESION CALENTADOR B
457	12EKC05CQ001	DETECTOR DE MEZCLA EXPLOSIVA CALENTADOR B
458	12EKC05CT001	TRANSMISOR DE TEMPERATURA DE MEDICION CALENTADOR B
459	12EKC05CT002	TRANSMISOR DE TEMPERATURA DE MEDICION CALENTADOR B
460	12EKC05CT501	INDICADOR DE TEMPERATURA DE MEDICION CALENTADOR B
461	12EKC06AA151	VALVULA ON/OFF PNEUMATICA A LA SALIDA DEL CALENTADOR B
462	12EKC06AA151 - I/P	TRANSDUCTOR I/P DE VLV CONTROL EKC06AA151 - HEATER B
463	12EKC06AA152	VALVULA SOLENOIDE A LA SALIDA DEL CALENTADOR B
464	12EKC07AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA
465	12EKC07AA151	VALVULA REGULADORA LINEA PILOTO CALENTADOR B
466	12EKC07AA152	VALVULA SOLNENOIDE A LA SALIDA DE LINEA PILOTO DEL CALENTADOR B
467	12EKC08AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA
468	12EKC08AA002	VALVULA MANUAL DE BOLA
469	12EKC08AA101	VALVULA ON/OFF PNEUMATICA - CALENTADOR C
470	12EKC08AA151	VALVULA DE CONTROL
471	12EKC08AA151-SOL	VALVULA SOLENOIDE DE VLV EKC08AA151 - HEATER C
472	12EKC08AA152	VALVULA REGULADORA CALENTADOR C
473	12EKC08AA301	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
474	12EKC08AA302	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
475	12EKC08AA303	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
476	12EKC08AA304	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
477	12EKC08AC001	HEATER DE GAS DIRECTO # 3
478	12EKC08AT001	FILTRO INGRESO GAS QUEMADOR CALENTADOR C
479	12EKC08BC100	COMBUSTION CONTROLLER HEATER C - GAS YARD 2 - HONEYWELL
480	12EKC08CF001	MEDIDOR DE FLUJO CALENTADOR C
481	12EKC08CG001	PIROMETRO - HEATER C
482	12EKC08CG002	PIROMETRO - HEATER C
483	12EKC08CL501	INTERRUPTOR DE NIVEL DE TANQUE DE EXPANSION CALENTADOR C
484	12EKC08CL502	INTERRUPTOR DE NIVEL DE TANQUE DE EXPANSION CALENTADOR C
485	12EKC08CP001	TRANSMISOR DE PRESIÓN REGULADA CALENTADOR C
486	12EKC08CP002	TRANSMISOR DE PRESION DE MEDICION CALENTADOR C
487	12EKC08CP501	INDICADOR DE PRESION DIFERENCIAL FILTRO CALENTADOR C

## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

N°	Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa	
	Activo	Descripción
488	12EKC08CP502	INDICADOR DE PRESION CALENTADOR C
489	12EKC08CQ001	DETECTOR DE MEZCLA EXPLOSIVA CALENTADOR C
490	12EKC08CT001	TRANSMISOR DE TEMPERATURA DE MEDICION CALENTADOR C
491	12EKC08CT002	TRANSMISOR DE TEMPERATURA DE MEDICION CALENTADOR C
492	12EKC08CT501	INDICADOR DE TEMPERATURA DE MEDICION CALENTADOR C
493	12EKC09AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA
494	12EKC09AA151	VALVULA ON/OFF PNEUMATICA A LA SALIDA DEL CALENTADOR C
495	12EKC09AA151 - I/P	TRANSDUCTOR I/P DE VLV CONTROL EKC09AA151 - HEATER C
496	12EKC09AA152	VALVULA SOLENOIDE A LA SALIDA DEL CALENTADOR C
497	12EKC10AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA
498	12EKC10AA151	VALVULA REGULADORA LINEA PILOTO CALENTADOR C
499	12EKC10AA152	VALVULA SOLENOIDE A LA SALIDA DE LINEA PILOTO DEL CALENTADOR C
500	12EKC11AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA
501	12EKC12AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA
502	12EKC13AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA
503	12EKC14AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA
504	12EKC15AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA
505	12EKC16AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA
506	12EKC76AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA 8"
507	12EKC77AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA 8"
508	12EKC78AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA 8"
509	12EKC78AA002	VALVULA MANUAL DE BOLA 8"
510	12EKC78AA003	VALVULA MANUAL DE BOLA 8"
511	12EKC79AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA 8"
512	12EKC91AA301	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
513	12EKC91AA302	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
514	12EKC91AC001	CALENTADOR ELECTRICO N°1 GAS INSTRUMENTOS
515	12EKC91CG001 - TSH	PIROMETRO SKID GAS DE INSTRUMENTOS RAMAL A
516	12EKC91CG001 - TSHH	PIROMETRO SKID GAS DE INSTRUMENTOS RAMAL A
517	12EKC91CP501	INDICADOR DE PRESION DE ENTRADA AL SKID GAS DE INSTRUMENTOS RAMA A
518	12EKC92AA301	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
519	12EKC92AA302	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
520	12EKC92AC001	CALENTADOR ELECTRICO N°2 GAS INSTRUMENTOS
521	12EKC92CG001 - TSH	PIROMETRO SKID GAS DE INSTRUMENTOS RAMAL B
522	12EKC92CG001 - TSHH	PIROMETRO SKID GAS DE INSTRUMENTOS RAMAL B
523	12EKC92CP501	INDICADOR DE PRESION DE ENTRADA AL SKID GAS DE INSTRUMENTOS RAMA B
524	12EKD73AA401	VALVULA MANUAL BOLA 1"
525	12EKD73AA402	VALVULA MANUAL BOLA 1"
526	12EKD73AA403	VALVULA MANUAL BOLA 1"
527	12EKD73AA404	VALVULA MANUAL BOLA 1"
528	12EKD81AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA 6"
529	12EKD81AA002	VALVULA MANUAL BOLA 1"
530	12EKD81AA003	VALVULA MANUAL BOLA 1"
531	12EKD81AA004	VALVULA MANUAL DE BOLA 6"
532	12EKD81AA101	VALVULA NEUMATICA
533	12EKD81AA101 - POS	POSICIONADOR DE VALVULA SHUT OFF - RAMAL REGULACION A
534	12EKD81AA151	VALVULA DE CONTROL
535	12EKD81AA151 - I/P	TRANSDUCTOR I/P DE VALVULA MONITORA RAMAL A - EKD81AA151
536	12EKD81AA151 - POS	POSICIONADOR DE VALVULA MONITORA RAMAL A - EKD81AA151
537	12EKD81AA152	VALVULA DE CONTROL
538	12EKD81AA152 - I/P	TRANSDUCTOR I/P DE VALVULA REGULADORA RAMAL A - EKD81AA152
539	12EKD81AA191	RELIEF VALVE
540	12EKD81AA301	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
541	12EKD81AA302	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"

## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

N°	Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa	
	Activo	Descripción
542	12EKD81AA303	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
543	12EKD81AA304	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
544	12EKD81AA305	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
545	12EKD81AA601	VALVULA MANUAL DE BOLA (TOMA MUESTRA)
546	12EKD81CG001C	INTERRUPTOR DE POSICION CERRADA VALVULA SLAM SHUT RAMA A
547	12EKD81CG002O	INTERRUPTOR DE POSICION ABIERTA VALVULA SLAM SHUT RAMA A
548	12EKD81CP001	TRANSMISOR DE PRESION INTERMEDIA REGULACION RAMA A
549	12EKD81CP501	INDICADOR DE PRESION DE ENTRADA RAMA A
550	12EKD81CP502	INDICADOR DE PRESION DE SALIDA RAMA A
551	12EKD81CT001	TRANSMISOR DE TEMPERATURA DE PRESION REGULADA RAMA A
552	12EKD81CT501	INDICADOR DE TEMPERATURA SALIDA REGULADA RAMA A
553	12EKD82AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA 6"
554	12EKD82AA002	VALVULA MANUAL BOLA 1"
555	12EKD82AA003	VALVULA MANUAL BOLA 1"
556	12EKD82AA004	VALVULA MANUAL DE BOLA 6"
557	12EKD82AA101	VALVULA NEUMATICA
558	12EKD82AA101 - POS	POSICIONADOR DE VALVULA SHUT OFF - RAMAL REGULACION B
559	12EKD82AA151	VALVULA DE CONTROL
560	12EKD82AA151 - I/P	TRANSDUCTOR I/P DE VALVULA MONITORA RAMAL B - EKD82AA151
561	12EKD82AA151 - POS	POSICIONADOR DE VALVULA MONITORA RAMAL B - EKD82AA151
562	12EKD82AA152	VALVULA DE CONTROL
563	12EKD82AA152 - I/P	TRANSDUCTOR I/P DE VALVULA REGULADORA RAMAL B - EKD82AA152
564	12EKD82AA191	RELIEF VALVE
565	12EKD82AA301	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
566	12EKD82AA302	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
567	12EKD82AA303	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
568	12EKD82AA304	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
569	12EKD82AA305	VALVULA DE INSTRUMENTOS
570	12EKD82AA601	VALVULA MANUAL DE BOLA (TOMA MUESTRA)
571	12EKD82CG001C	INTERRUPTOR DE POSICION CERRADA VALVULA SLAM SHUT RAMA B
572	12EKD82CG002O	INTERRUPTOR DE POSICION ABIERTA VALVULA SLAM SHUT RAMA B
573	12EKD82CP001	TRANSMISOR DE PRESION INTERMEDIA REGULACION RAMA B
574	12EKD82CP501	INDICADOR DE PRESION DE ENTRADA RAMA B
575	12EKD82CP502	INDICADOR DE PRESION DE SALIDA RAMA B
576	12EKD82CT001	TRANSMISOR DE TEMPERATURA DE PRESION REGULADA RAMA B
577	12EKD82CT501	INDICADOR DE TEMPERATURA SALIDA REGULADA RAMA B
578	12EKD83AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA 6"
579	12EKD83AA002	VALVULA MANUAL BOLA 1"
580	12EKD83AA003	VALVULA MANUAL BOLA 1"
581	12EKD83AA004	VALVULA MANUAL DE BOLA 6"
582	12EKD83AA101	VALVULA NEUMATICA
583	12EKD83AA101 - POS	POSICIONADOR DE VALVULA SHUT OFF - RAMAL REGULACION C
584	12EKD83AA151	VALVULA DE CONTROL
585	12EKD83AA151 - I/P	TRANSDUCTOR I/P DE VALVULA MONITORA RAMAL C - EKD83AA151
586	12EKD83AA151 - POS	POSICIONADOR DE VALVULA MONITORA RAMAL C - EKD83AA151
587	12EKD83AA152	VALVULA DE CONTROL
588	12EKD83AA152 - I/P	TRANSDUCTOR I/P DE VALVULA REGULADORA RAMAL C - EKD83AA152
589	12EKD83AA191	RELIEF VALVE
590	12EKD83AA301	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
591	12EKD83AA302	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
592	12EKD83AA303	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
593	12EKD83AA304	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
594	12EKD83AA305	VALVULA DE INSTRUMENTOS
595	12EKD83AA601	VALVULA MANUAL DE BOLA (TOMA MUESTRA)

## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa		
N°	Activa	Descripción
596	12EKD83CG001C	INTERRUPTOR DE POSICION CERRADA VALVULA SLAM SHUT RAMA C
597	12EKD83CG002O	INTERRUPTOR DE POSICION ABIERTA VALVULA SLAM SHUT RAMA C
598	12EKD83CP001	TRANSMISOR DE PRESION INTERMEDIA REGULACION RAMA C
599	12EKD83CP501	INDICADOR DE PRESION DE ENTRADA RAMA C
600	12EKD83CP502	INDICADOR DE PRESION DE SALIDA RAMA C
601	12EKD83CT001	TRANSMISOR DE TEMPERATURA DE PRESION REGULADA RAMA C
602	12EKD83CT501	INDICADOR DE TEMPERATURA SALIDA REGULADA RAMA C
603	12EKD91AA002	VALVULA MANUAL BOLA 1"½
604	12EKD91AA151	VALVULA DE CONTROL
605	12EKD91AA152	VALVULA DE CONTROL
606	12EKD91AA191	RELIEF VALVE
607	12EKD91AA305	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
608	12EKD91AA307	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
609	12EKD91AA308	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
610	12EKD91AA309	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
611	12EKD91CP502	INDICADOR DE PRESION 1° REGULACION SKID DE INSTRUMENTOS RAMA A
612	12EKD91CP503	INDICADOR DE PRESION 2° REGULACION SKID DE INSTRUMENTOS RAMA A
613	12EKD91CT501	INDICADOR DE TEMPERATURA DE SALIDA SKID DE INSTRUMENTOS RAMA A
614	12EKD92AA002	VALVULA MANUAL BOLA 1"½
615	12EKD92AA151	VALVULA DE CONTROL
616	12EKD92AA152	VALVULA DE CONTROL
617	12EKD92AA191	RELIEF VALVE
618	12EKD92AA306	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
619	12EKD92AA307	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
620	12EKD92AA308	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
621	12EKD92AA309	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
622	12EKD92CP502	INDICADOR DE PRESION 1° REGULACION SKID GAS DE INSTRUMENTOS RAMA B
623	12EKD92CP503	INDICADOR DE PRESION 2° REGULACION SKID GAS DE INSTRUMENTOS RAMA B
624	12EKD92CT501	INDICADOR DE TEMPERATURA DE SALIDA SKID GAS DE INSTRUMENTOS RAMA B
625	12EKE01AT001	FILTRO DE CALENTADOR ELECTRICO A
626	12EKE05AT001	FILTRO DE CALENTADOR ELECTRICO B
627	12EKE08AT001	FILTRO DE CALENTADOR ELECTRICO C
628	12EKE43AT001	FILTRO SEPARADOR CICLONICO
629	12EKE45AA191	RELIEF VALVE
630	12EKE45AA192	VENTEO VALVE 1"
631	12EKE45AA193	VENTEO VALVE 1"
632	12EKE45AA301	VALVULA DE BOLA ½"
633	12EKE45AA302	VALVULA ESFERICA (AGUJA) ½" AISLAMIENTO INSTRUMENTO
634	12EKE45AA303	VALVULA MANUAL BOLA ½"
635	12EKE45AA304	VALVULA MANUAL BOLA ½"
636	12EKE45AA305	VALVULA MANUAL BOLA ½"
637	12EKE45AA401	VALVULA DRENAJE 1"½
638	12EKE45AA402	VALVULA DRENAJE 1"½
639	12EKE45AA403	VALVULA DRENAJE 1"½
640	12EKE45AA404	VALVULA DRENAJE 1"½
641	12EKE45AT001	FILTRO SEPARADOR # 1
642	12EKE45SCL501	INTERRUPTOR DE NIVEL DE CONDENSADO FILTRO A
643	12EKE45SCL502	INTERRUPTOR DE NIVEL DE CONDENSADO FILTRO A
644	12EKE45CP001	TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL FILTRO SEPARADOR A
645	12EKE45CP501	INDICADOR DE PRESION FILTRO A
646	12EKE53AA001	VALVULA MANUAL 8"
647	12EKE55AA191	RELIEF VALVE
648	12EKE55AA192	VALVE VENTEO
649	12EKE55AA193	VALVE VENTEO

## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

N°	Equipos de la ERME - Central Termoelectrica Kallpa	
	Activo	Descripción
650	12EKE55AA301	VALVULA DE BOLA ½"
651	12EKE55AA302	VALVULA ESFERICA (AGUJA) ½" AISLAMIENTO INSTRUMENTO
652	12EKE55AA303	VALVULA MANUAL BOLA ½"
653	12EKE55AA304	VALVULA MANUAL BOLA ½"
654	12EKE55AA305	VALVULA MANUAL BOLA ½"
655	12EKE55AA401	VALVULA DRENAJE 1"½
656	12EKE55AA402	VALVULA DRENAJE 1"½
657	12EKE55AA403	VALVULA DRENAJE 1"½
658	12EKE55AA404	VALVULA DRENAJE 1"½
659	12EKE55AT001	FILTRO SEPARADOR # 2
660	12EKE55CL501	INTERRUPTOR DE NIVEL DE CONDENSADO FILTRO B
661	12EKE55CL502	INTERRUPTOR DE NIVEL DE CONDENSADO FILTRO B
662	12EKE55CP001	TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL FILTRO SEPARADOR B
663	12EKE55CP501	INDICADOR DE PRESION FILTRO B
664	12EKE65AA191	RELIEF VALVE
665	12EKE65AA192	VENTEO VALVE 1"
666	12EKE65AA193	VENTEO VALVE 1"
667	12EKE65AA301	VALVULA DE BOLA ½"
668	12EKE65AA302	VALVULA ESFERICA (AGUJA) ½" AISLAMIENTO INSTRUMENTO
669	12EKE65AA303	VALVULA MANUAL BOLA ½"
670	12EKE65AA304	VALVULA MANUAL BOLA ½"
671	12EKE65AA305	VALVULA MANUAL BOLA ½"
672	12EKE65AA401	VALVULA DRENAJE 1"½
673	12EKE65AA402	VALVULA DRENAJE 1"½
674	12EKE65AA403	VALVULA DRENAJE 1"½
675	12EKE65AA404	VALVULA DRENAJE 1"½
676	12EKE65AT001	FILTRO SEPARADOR # 3
677	12EKE65CL501	INTERRUPTOR DE NIVEL DE CONDENSADO FILTRO C
678	12EKE65CL502	INTERRUPTOR DE NIVEL DE CONDENSADO FILTRO C
679	12EKE65CP001	TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL FILTRO SEPARADOR C
680	12EKE65CP501	INDICADOR DE PRESION FILTRO C
681	12EKE75AA191	RELIEF VALVE
682	12EKE75AA192	VENTEO VALVE 1"
683	12EKE75AA193	VENTEO VALVE 1"
684	12EKE75AA301	VALVULA DE BOLA ½"
685	12EKE75AA302	VALVULA ESFERICA (AGUJA) ½" AISLAMIENTO INSTRUMENTO
686	12EKE75AA303	VALVULA MANUAL BOLA ½"
687	12EKE75AA304	VALVULA MANUAL BOLA ½"
688	12EKE75AA305	VALVULA MANUAL BOLA ½"
689	12EKE75AA401	VALVULA DRENAJE 1"½
690	12EKE75AA402	VALVULA DRENAJE 1"½
691	12EKE75AA403	VALVULA DRENAJE 1"½
692	12EKE75AA404	VALVULA DRENAJE 1"½
693	12EKE75AT001	FILTRO SEPARADOR # 4
694	12EKE75CL501	INTERRUPTOR DE NIVEL DE CONDENSADO FILTRO D
695	12EKE75CL502	INTERRUPTOR DE NIVEL DE CONDENSADO FILTRO D
696	12EKE75CP001	TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL FILTRO SEPARADOR D
697	12EKE75CP501	INDICADOR DE PRESION FILTRO D
698	12EKE91AA303	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
699	12EKE91AA304	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
700	12EKE91AA305	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
701	12EKE91AA401	VALVULA MANUAL BOLA ½" DRENAJE
702	12EKE91AT001	FILTRO
703	12EKE91CP501	INDICADOR DIFERENCIAL DE PRESION EN FILTRO FM GAS INSTRUMENTO RAMALA



## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa		
N°	Activo	Descripción
704	12EKE92AA303	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
705	12EKE92AA304	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
706	12EKE92AA305	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
707	12EKE92AA401	VALVULA MANUAL BOLA ¼" DRENAJE
708	12EKE92AT001	FILTRO
709	12EKE92CP501	INDICADOR DIFERENCIAL DE PRESION EN FILTRO FM GAS INSTRUMENTO RAMAL B
710	12EKG01AA001	VALVULA MANUAL SALIDA GAS YARD II A TG1
711	12EKG01AA002	VALVULA MANUAL SALIDA GAS YARD II A TG2
712	12EKG01AA003	VALVULA MANUAL SALIDA GAS YARD II A TG3
713	12EKG10AA001	INLET MANUAL VALVE - 2ND REGULATION STAGE
714	12EKG10AA002	PRESSURE REGULATING VALVE - 2ND REGULATION STAGE
715	12EKG10AA003	INLET BLOCK VALVE - 2ND REGULATION STAGE
716	12EKG10AA011	GAS CONTROL MANUAL VALVE TO INLET BLOCK VALVE - 2ND REGULATION STAGE
717	12EKG10AA013	INLET BLOCK SOLENOID VALVE - 2ND REGULATION STAGE
718	12EKG10AA301	ISOLATION MANUAL VALVE TO PRESSURE TRANSMITTER INLET - 2ND REGULATION STAGE
719	12EKG10AA311	FEEDBACK MANUAL VALVE TO PRESSURE REGULATING VALVE - 2ND REGULATION STAGE
720	12EKG10AA451	CHECK VALVE DOWNSTREAM MANUAL VENT VALVE-2ND REGULATION STAGE (NITROGEN PURGE)
721	12EKG10AA452	MANUAL VENT VALVE UPSTREAM BLOCK VALVE - 2ND REGULATION STAGE (NITROGEN PURGE)
722	12EKG10AA501	ISOLATION MANUAL VALVE TO PRESSURE INDICATOR - 2ND REGULATION STAGE
723	12EKG10AA502	FIRST ISOLATION MANUAL VALVE TO PRESSURE TRANSMITTER - METERING SECTION - 2ND RE
724	12EKG10AA503	SECOND ISOLATION MANUAL VALVE TO PRESSURE TRANSMITTER-METERING SECTION-2ND REG S
725	12EKG10BP003	ORIFICE PLATE - METERING SECTION
726	12EKG10BP601	ORIFICE PLATE - METERING SECTION - 2ND REGULATION STAGE
727	12EKG10CF003	FLOW METER - METERING SECTION
728	12EKG10CF005	FLOW METER - FLOW COMPUTER ASSY
729	12EKG10CF403	FLOW METER - FLOW COMPUTER ASSY
730	12EKG10CF501	FLOW COMPUTER - METERING SECTION - 2ND REGULATION STAGE
731	12EKG10CP001	PRESSURE TRANSMITTER UPSTREAM BLOCK VALVE - 2ND REGULATION STAGE
732	12EKG10CP003	PRESSURE TRANSMITER - METERING SECTION
733	12EKG10CP403	PRESSURE TRANSMITER - FLOW COMPUTER ASSY
734	12EKG10CP405	PRESSURE TRANSMITER - FLOW COMPUTER ASSY
735	12EKG10CP501	PRESSURE TRANSMITTER - METERING SECTION - 2ND REGULATION STAGE
736	12EKG10CP503	PRESSURE INDICATOR DOWNSTREAM PRESSURE REGULATING VALVE - 2ND REGULATION STAGE
737	12EKG10CT003	TEMPERATURE SENSOR - METERING SECTION
738	12EKG10CT403	TEMPERATURE SENSOR - FLOW COMPUTER ASSY
739	12EKG10CT501	TYPE K TERMOCOUPLE - METERING SECTION - 2ND REGULATION STAGE
740	12EKG40CQ001	GAS CHROMATOGRAPH
741	12EKG42AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA
742	12EKG42AA002	VALVULA MANUAL DE BOLA
743	12EKG42AA011	ISOLATION MANUAL VALVE TO SECOND GT
744	12EKG42AA012	ISOLATION MANUAL VALVE TO SECOND GT
745	12EKG42AA101	VALVULA NEUMATICA DE CIERRE RAPIDO 8" ON - OFF
746	12EKG42AA151	VALVULA DE SUMINISTRO PRESIÓN GAS A SELENOIDE
747	12EKG42AA301	VALVULA DE AISLAMIENTO INSTRUMENTO MEDICIÓN
748	12EKG42AA302	VALVULA DE AISLAMIENTO INSTRUMENTO MEDICIÓN
749	12EKG42AA303	VALVULA DE AISLAMIENTO INSTRUMENTO MEDICIÓN
750	12EKG42AA304	VALVULA DE AISLAMIENTO INSTRUMENTO MEDICIÓN
751	12EKG42AA501	VALVULA DE SUMINISTRO PRESIÓN GAS ACTUADOR
752	12EKG42AA601	VALVULA DE AISLAMIENTO LLENADO DE NITROGENO
753	12EKG42AA602	VALVULA CHECK LLENADO NITROGENO
754	12EKG42CG002C	INTERRUPTOR DE POSICION CERRADA VALVULA DE ENTRADA
755	12EKG42CG002O	INTERRUPTOR DE POSICION ABIERTA VALVULA DE ENTRADA
756	12EKG42CP001	TRANSMISOR DE PRESION A LA ENTRADA GAS YARD II
757	12EKG42CP501	INDICADOR DE PRESION A LA ENTRADA GAS YARD II

## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

N°	Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa	
	Activo	Descripción
758	12EKG43AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA
759	12EKG43AA002	VALVULA MANUAL DE BOLA BY-PASS 1"
760	12EKG43AA003	VALVULA MANUAL DE BOLA BY-PASS 1"
761	12EKG43AA004	VALVULA MANUAL DE BOLA
762	12EKG43AA005	VALVULA MANUAL DE BOLA BY-PASS 1"
763	12EKG43AA006	VALVULA MANUAL DE BOLA BY-PASS 1"
764	12EKG43AA191	RELIEF VALVE
765	12EKG43AA401	VALVULA DRENAJE 1"½
766	12EKG43AA402	VALVULADRENAJE 1"½
767	12EKG43AA403	VALVULA DRENAJE 1"½
768	12EKG43AA404	VALVULA DRENAJE 1"½
769	12EKG43AA501	VALVULA MANUAL VENTEO 1"
770	12EKG43CP501	INTERRUPTOR DE NIVEL FILTRO COALESCENTE
771	12EKG45AA001	VALVULA MANUAL GAS ENTRADA FILTRO 6"
772	12EKG45AA002	VALVULA MANUAL BY-PASS 1"
773	12EKG45AA003	VALVULA MANUAL BY-PASS 1"
774	12EKG45AA004	VALVULA MANUAL GAS SALIDA FILTRO 6"
775	12EKG55AA001	VALVULA MANUAL GAS ENTRADA FILTRO 6"
776	12EKG55AA002	VALVULA MANUAL BY-PASS 1"
777	12EKG55AA003	VALVULA MANUAL BY-PASS 1"
778	12EKG55AA004	VALVULA MANUAL GAS SALIDA FILTRO 6"
779	12EKG61AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA 1"
780	12EKG61AA002	VALVULA MANUAL DE BOLA 1"
781	12EKG61AA101	VALVULA NEUMATICA DE CORTE ON - OFF
782	12EKG61AA301	VALVULA MANUAL DE BOLA ½"
783	12EKG61AA302	VALVULA MANUAL DE BOLA ½"
784	12EKG61AA601	VALVULA MANUAL DE BOLA ½"
785	12EKG61AA602	VALVULA CHECK LLENADO NITROGENO
786	12EKG61CF001	MEDIDOR ULTRASONICO RAMA A
787	12EKG61CG001O	INTERRUPTOR DE POSICION ABIERTA VALVULA DE ENTRADA MEDICION LINEA A
788	12EKG61CG002C	INTERRUPTOR DE POSICION CERRADA VALVULA DE ENTRADA MEDICION LINEA A
789	12EKG61CP501	INTERRUPTOR PRESION DIFERENCIAL VALV. ENTRADA RAMA A MEDICION
790	12EKG62AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA 1"
791	12EKG62AA002	VALVULA MANUAL DE BOLA 1"
792	12EKG62AA101	VALVULA NEUMATICA DE CORTE ON - OFF
793	12EKG62AA151	VALVULA SELONOIDE
794	12EKG62AA152	VALVULA SELONOIDE
795	12EKG62AA153	VALVULA SOLENOIDE
796	12EKG62AA154	VALVULA SOLENOIDE
797	12EKG62AA301	VALVULA MANUAL DE BOLA ½"
798	12EKG62AA302	VALVULA MANUAL DE BOLA ½"
799	12EKG62AA601	VALVULA MANUAL DE BOLA ½"
800	12EKG62AA602	VALVULA CHECK LLENADO NITROGENO
801	12EKG62CF001	MEDIDOR ULTRASONICO RAMA B
802	12EKG62CG001O	INTERRUPTOR DE POSICION CERRADA VALVULA DE ABIERTTA MEDICION LINEA B
803	12EKG62CG002C	INTERRUPTOR DE POSICION CERRADA VALVULA DE ENTRADA MEDICION LINEA B
804	12EKG62CP501	INTERRUPTOR PRESION DIFERENCIAL VALV. ENTRADA RAMA B MEDICION
805	12EKG65AA001	VALVULA MANUAL GAS ENTRADA FILTRO 6"
806	12EKG65AA002	VALVULA MANUAL BY-PASS 1"
807	12EKG65AA003	VALVULA MANUAL BY-PASS 1"
808	12EKG65AA004	VALVULA MANUAL GAS SALIDA FILTRO 6"
809	12EKG71AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA 8"
810	12EKG71AA301	VALVULA MANUAL DE BOLA ½"
811	12EKG71AA302	VALVULA MANUAL DE BOLA ½"

## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

N°	Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa	
	Activo	Descripción
812	12EKG71AA303	VALVULA MANUAL DE BOLA ½"
813	12EKG71AA304	VALVULA MANUAL DE BOLA ½"
814	12EKG71CP001	TRANSMISOR DE PRESION DE SALIDA DE MEDICION LINEA A
815	12EKG71CP501	INDICADOR DE PRESION SALIDA MEDICION LINEA A
816	12EKG71CT001	TRANSMISOR DE TEMPERATURA A LA SALIDA MEDICION LINEA A
817	12EKG71CT501	INDICADOR DE TEMPERATURA SALIDA MEDICION LINEA A
818	12EKG72AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA 8"
819	12EKG72AA301	VALVULA MANUAL DE BOLA ½"
820	12EKG72AA302	VALVULA MANUAL DE BOLA ½"
821	12EKG72AA303	VALVULA MANUAL DE BOLA ½"
822	12EKG72AA304	VALVULA MANUAL DE BOLA ½"
823	12EKG72CP001	TRANSMISOR DE PRESION DE SALIDA DE MEDICION LINEA B
824	12EKG72CP501	INDICADOR DE PRESION SALIDA MEDICION LINEA B
825	12EKG72CT001	TRANSMISOR DE TEMPERATURA A LA SALIDA MEDICION LINEA B
826	12EKG72CT501	INDICADOR DE TEMPERATURA SALIDA MEDICION LINEA B
827	12EKG73AA001	VALVULA MANUAL DE BOLA 8"
828	12EKG73AA002	VALVULA MANUAL DE BOLA 8"
829	12EKG73AA601	VALVULA MANUAL DE BOLA
830	12EKG75AA001	VALVULA MANUAL GAS ENTRADA FILTRO 6"
831	12EKG75AA002	VALVULA MANUAL BY-PASS 1"
832	12EKG75AA003	VALVULA MANUAL BY-PASS 1"
833	12EKG75AA004	VALVULA MANUAL GAS SALIDA FILTRO 6"
834	12EKG80CP001	TRANSMISOR DE PRESION DE ENTRADA AL SKID DE REGULACION
835	12EKG80CT001	TRANSMISOR DE TEMPERATURA DE ENTRADA AL SKID DE REGULACION
836	12EKG85DP001	TRANSMISOR DE PRESION DE SALIDA DEL SKID DE REGULACION
837	12EKG85DP002	TRANSMISOR DE PRESION DE SALIDA DEL SKID DE REGULACION
838	12EKG85DP003	TRANSMISOR DE PRESION DE SALIDA DEL SKID DE REGULACION
839	12EKG90AA002	VALVULA MANUAL BOLA 1"
840	12EKG91AA001	VALVULA MANUAL BOLA 1"
841	12EKG92AA001	VALVULA MANUAL BOLA 1"
842	12EKG95AA001	VALVULA MANUAL BOLA 1"½
843	12EKG97AA001	VALVULA MANUAL BOLA 1"½
844	12EKG97AA002	VALVULA MANUAL BOLA 1"½
845	12EKG97AA301	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
846	12EKG97AA302	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
847	12EKG97CF001	MEDIDOR DE CAUDAL DEL SKID GAS DE INSTRUMENTOS
848	12EKG97CP001	TRANSMISOR DE PRESION A LA SALIDA SKID GAS DE INSTRUMENTOS
849	12EKG97CT001	TRANSMISOR DE TEMPERATURA A LA SALIDA DE SKID GAS DE INSTRUMENTOS
850	12EKG99AA191	RELIEF VALVE
851	12EKG99AA301	VALVULA DE INSTRUMENTOS ½"
852	12EKG99AA401	VALVULA MANUAL BOLA ¼" DRENAJE
853	12EKG99AA402	VALVULA MANUAL BOLA ¼" DRENAJE
854	12EKG99AA501	VALVULA MANUAL BOLA "½ VENTEO
855	12EKG99BB001	TANQUE PULMON GAS INSTRUMENTOS
856	12EKG99CP501	INDICADOR DE PRESION EN FILTRO SKID GAS DE INSTRUMENTOS
857	12EKG99EE001	TANQUE PULMON
858	13EKG10AA001	INLET MANUAL VALVE - 2ND REGULATION STAGE
859	13EKG10AA002	PRESSURE REGULATING VALVE - 2ND REGULATION STAGE
860	13EKG10AA003	INLET BLOCK VALVE - 2ND REGULATION STAGE
861	13EKG10AA011	GAS CONTROL MANUAL VALVE TO INLET BLOCK VALVE - 2ND REGULATION STAGE
862	13EKG10AA013	INLET BLOCK SOLENOID VALVE - 2ND REGULATION STAGE
863	13EKG10AA301	ISOLATION MANUAL VALVE TO PRESSURE TRANSMITTER INLET - 2ND REGULATION STAGE
864	13EKG10AA311	FEEDBACK MANUAL VALVE TO PRESSURE REGULATING VALVE - 2ND REGULATION STAGE
865	13EKG10AA451	CHECK VALVE DOWNSTREAM MANUAL VENT VALVE -2ND REGULATION STAGE (NITROGEN PURGE)

## EQUIPOS DE LA ERM DE GAS NATURAL

Equipos de la ERME - Central Termoeléctrica Kallpa		
N°	Activo	Descripción
866	13EKG10AA452	MANUAL VENT VALVE UPSTREAM BLOCK VALVE - 2ND REGULATION STAGE (NITROGEN PURGE)
867	13EKG10AA501	ISOLATION MANUAL VALVE TO PRESSURE INDICATOR - 2ND REGULATION STAGE
868	13EKG10AA502	FIRST ISOLATION MANUAL VALVE TO PRESSURE TRANSMITTER-METERING SECTION-2ND REG ST
869	13EKG10AA503	SECOND ISOLATION MANUAL VALVE TO PRESSURE TRANSMITTER-METERING SECTION-2ND REG S
870	13EKG10BP601	ORIFICE PLATE - METERING SECTION - 2ND REGULATION STAGE
871	13EKG10CF501	FLOW COMPUTER - METERING SECTION - 2ND REGULATION STAGE
872	13EKG10CP001	PRESSURE TRANSMITTER UPSTREAM BLOCK VALVE - 2ND REGULATION STAGE
873	13EKG10CP501	PRESSURE TRANSMITTER - METERING SECTION - 2ND REGULATION STAGE
874	13EKG10CP503	PRESSURE INDICATOR DOWNSTREAM PRESSURE REGULATING VALVE - 2ND REGULATION STAGE
875	13EKG10CT501	TYPE K TERMOCOUPLE - METERING SECTION - 2ND REGULATION STAGE

# ANEXO 05

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		110EKG10AA005		TOTAL
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO		SELECCIÓN(X)
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD				
1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL				
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	X	4
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2		0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sustituye si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1		0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Dispone de equipo Repuesto=SPARE-Stock by o Modo alterno de operación	0		0
Sub-Total				
2. EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)				
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistemas; Pérdida mayor: implica un coste => 400.000 USD	8	X	8
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6		0
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4		0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1		0
Sub-Total				
3. COSTES DE REPARACIÓN				
3.1	May alto: coste > 50.000 USD	4		0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X	3
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2		0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1		0
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0		0
Sub-Total				
4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, BIENESTAR Y AMBIENTE (SMA)				
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	X	8
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2		0
4.3	Sin riesgo	0		0
Sub-Total				
5. FRECUENCIA (NO-COMFIABILIDAD)				
5.1	May deficiente => 3 fallos por año (criterio de "evento" repetitivo del complejo)	6		0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5		0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	X	3
5.4	Óptima = 0 Fallos	1		0
Sub-Total				
TOTAL				144

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		11EKEZ1AT001		TOTAL
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO		SELECCIÓN(X)
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD				
1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL				
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	X	4
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2		0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sustituye si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1		0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Dispone de equipo Repuesto=SPARE-Stock by o Modo alterno de operación	0		0
Sub-Total				
2. EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)				
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistemas; Pérdida mayor: implica un coste => 300.000 USD	8		0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	X	6
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4		0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1		0
Sub-Total				
3. COSTES DE REPARACIÓN				
3.1	May alto: coste > 50.000 USD	4	X	4
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3		0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2		0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1		0
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0		0
Sub-Total				
4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, BIENESTAR Y AMBIENTE (SMA)				
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8		0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X	2
4.3	Sin riesgo	0		0
Sub-Total				
5. FRECUENCIA (NO-COMFIABILIDAD)				
5.1	May deficiente => 3 fallos por año (criterio de "evento" repetitivo del complejo)	6		0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5		0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	X	3
5.4	Óptima = 0 Fallos	1		0
Sub-Total				
TOTAL				80



Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Críticidad Total = Frecuencia (No-Fuible) * Consecuencia		Críticidad Total = Frecuencia (No-Fuible) * Consecuencia	
Críticidad Total = Frecuencia * [(Inhibición Operacional) * Efecto del Fallo] + Coste de Reparación + Impacto en SHM		Críticidad Total = Frecuencia * [(Inhibición Operacional) * Efecto del Fallo] + Coste de Reparación + Impacto en SHM	
NOMBRE DEL EQUIPO		NOMBRE DEL EQUIPO	
12EK01AC001		12EK05AC001	
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	SELECCIÓN(X)	PESO	TOTAL
1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1 Sin modo alterno de operación; reparación mejor a dos días		4	0
1.2 Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días		2	0
1.3 Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.		1	0
1.4 No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Opciones de equipo (Respaldo-SPARE=Stand by o Modo alterno de operación)	X	0	0
Sub-Total			0
2. EFECTO DEL FALLO (Se analiza qué no hay reparado después)			
2.1 Pérdida inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor: implica un coste => 300.000 (USD)		0	0
2.2 Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida inmediata: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD		0	0
2.3 Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	X	4	4
2.4 Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas		1	0
Sub-Total			4
3. COSTES DE REPARACIÓN			
3.1 Muy alto: coste > 50.000 USD	X	4	4
3.2 Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD		3	0
3.3 Normal: entre 5.000 y 10.000 USD		2	0
3.4 Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD		1	0
3.5 Muy bajo: menor a 1.500 USD		0	0
Sub-Total			4
4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (ISHA)			
4.1 Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)		0	0
4.2 Incidencias humanas y/o ambientales	X	2	2
4.3 Sin riesgo		0	0
Sub-Total			2
5. FRECUENCIA (NO-COMPABILIDAD)			
5.1 Muy deficiente => 3 fallos por año (crítico de "avería" repetitiva del complejo)	X	0	0
5.2 Deficiente = 2 fallos/año		0	0
5.3 Normal = 1 fallo por año		0	0
5.4 Óptima = 0 Fallos		1	0
Sub-Total			0
<b>TOTAL (Críticidad Total = Frecuencia * [(Inhibición Operacional) * Efecto del Fallo] + Coste de Reparación + Impacto en SHM)</b>			<b>36</b>

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Críticidad Total = Frecuencia (No-Fuible) * Consecuencia		Críticidad Total = Frecuencia (No-Fuible) * Consecuencia	
Críticidad Total = Frecuencia * [(Inhibición Operacional) * Efecto del Fallo] + Coste de Reparación + Impacto en SHM		Críticidad Total = Frecuencia * [(Inhibición Operacional) * Efecto del Fallo] + Coste de Reparación + Impacto en SHM	
NOMBRE DEL EQUIPO		NOMBRE DEL EQUIPO	
12EK05AC001		12EK05AC001	
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	SELECCIÓN(X)	PESO	TOTAL
1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1 Sin modo alterno de operación; reparación mejor a dos días		4	0
1.2 Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días		2	0
1.3 Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.		1	0
1.4 No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Opciones de equipo (Respaldo-SPARE=Stand by o Modo alterno de operación)	X	0	0
Sub-Total			0
2. EFECTO DEL FALLO (Se analiza qué no hay reparado después)			
2.1 Pérdida inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor: implica un coste => 300.000 (USD)		0	0
2.2 Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida inmediata: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD		0	0
2.3 Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	X	4	4
2.4 Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas		1	0
Sub-Total			4
3. COSTES DE REPARACIÓN			
3.1 Muy alto: coste > 50.000 USD	X	4	4
3.2 Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD		3	0
3.3 Normal: entre 5.000 y 10.000 USD		2	0
3.4 Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD		1	0
3.5 Muy bajo: menor a 1.500 USD		0	0
Sub-Total			4
4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (ISHA)			
4.1 Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)		0	0
4.2 Incidencias humanas y/o ambientales	X	2	2
4.3 Sin riesgo		0	0
Sub-Total			2
5. FRECUENCIA (NO-COMPABILIDAD)			
5.1 Muy deficiente => 3 fallos por año (crítico de "avería" repetitiva del complejo)	X	0	0
5.2 Deficiente = 2 fallos/año		0	0
5.3 Normal = 1 fallo por año		0	0
5.4 Óptima = 0 Fallos		1	0
Sub-Total			0
<b>TOTAL (Críticidad Total = Frecuencia * [(Inhibición Operacional) * Efecto del Fallo] + Coste de Reparación + Impacto en SHM)</b>			<b>36</b>



Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Crédibilidad Total = Frecuencia (No-Fallado) * Consecuencia		Crédibilidad Total = Frecuencia (No-Fallado) * Consecuencia	
Crédibilidad Total = Frecuencia * [(Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM]		Crédibilidad Total = Frecuencia * [(Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM]	
NOMBRE DEL EQUIPO		NOMBRE DEL EQUIPO	
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	
FIABILIDAD OPERACIONAL	SELECCIÓN (X)	FIABILIDAD OPERACIONAL	SELECCIÓN (X)
PESO	TOTAL	PESO	TOTAL
1.1 Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	4	0
1.2 Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	2	0
1.3 Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	1	0
1.4 No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Dispono de equipo Repuesto-Spare-Stock by o Modo alterno de operación	0	X	0
Sub-Total			0
<b>2.2 EFECTO DEL FALLO (Si alguno que no hay reparado disponible)</b>			
2.1 Pérdida inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor; implica un coste > 300.000 (USD)	8	8	0
2.2 Pérdida de equipo sin efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	6	0
2.3 Pérdida de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4	X	4
2.4 Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1		0
Sub-Total			4
<b>3.3 COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1 Muy alto; coste > 50.000 USD	4	X	4
3.2 Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3		0
3.3 Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2		0
3.4 Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1		0
3.5 Muy bajo; menor a 1.500 USD	0		0
Sub-Total			4
<b>4.2 IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1 Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8		0
4.2 Incidentes numerosos y/o ambientales	2	X	2
4.3 Sin riesgo	0		0
Sub-Total			2
<b>5.2 FRECUENCIA (NO-CONFIABILIDAD)</b>			
5.1 Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del compo)	6	X	0
5.2 Deficiente = 2 fallos/año	5		0
5.3 Normal = 1 fallo por año	3		0
5.4 Óptima = 0 Fallos	1		0
Sub-Total			0
<b>TOTAL</b>		<b>TOTAL</b>	
			<b>36</b>

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Crédibilidad Total = Frecuencia (No-Fallado) * Consecuencia		Crédibilidad Total = Frecuencia (No-Fallado) * Consecuencia	
Crédibilidad Total = Frecuencia * [(Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM]		Crédibilidad Total = Frecuencia * [(Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM]	
NOMBRE DEL EQUIPO		NOMBRE DEL EQUIPO	
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	
FIABILIDAD OPERACIONAL	SELECCIÓN (X)	FIABILIDAD OPERACIONAL	SELECCIÓN (X)
PESO	TOTAL	PESO	TOTAL
1.1 Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	4	0
1.2 Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	X	2
1.3 Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1		0
1.4 No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Dispono de equipo Repuesto-Spare-Stock by o Modo alterno de operación	0		0
Sub-Total			2
<b>2.2 EFECTO DEL FALLO (Si alguno que no hay reparado disponible)</b>			
2.1 Pérdida inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor; implica un coste > 300.000 (USD)	8	8	0
2.2 Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6		0
2.3 Pérdida de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4		0
2.4 Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X	1
Sub-Total			1
<b>3.3 COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1 Muy alto; coste > 50.000 USD	4	4	0
3.2 Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X	3
3.3 Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2		0
3.4 Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1		0
3.5 Muy bajo; menor a 1.500 USD	0		0
Sub-Total			3
<b>4.2 IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1 Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8		0
4.2 Incidentes numerosos y/o ambientales	2	X	2
4.3 Sin riesgo	0		0
Sub-Total			2
<b>5.2 FRECUENCIA (NO-CONFIABILIDAD)</b>			
5.1 Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del compo)	6		0
5.2 Deficiente = 2 fallos/año	5		0
5.3 Normal = 1 fallo por año	3	X	3
5.4 Óptima = 0 Fallos	1		0
Sub-Total			3
<b>TOTAL</b>		<b>TOTAL</b>	
			<b>21</b>

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Críticidad Total = Frecuencia * (Posibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SHM		Críticidad Total = Frecuencia * (Posibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SHM	
NOMBRE DEL EQUIPO		NOMBRE DEL EQUIPO	
11EK61AA101		11EK63AA101	
SELECCIÓN(K)	PESO	SELECCIÓN(N)	TOTAL
<b>3.1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>			
1.1	Sin modo alarmo de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alarmo de operación; reparación menor a dos días	2	X
1.3	Sin modo alarmo de operación; el proceso se suspende si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Opciones de equipo Respaldo-SPARE-Stand by o Modo alarmo de operación)	0	0
Sub-Total			2
<b>3.2. EFECTO DEL FALLO (Se aplica solo en los equipos disponibles)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor; Implica un coste >= 300.000 (USD)	0	0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0	X
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	0
Sub-Total			0
<b>3.3. COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	Muy alto; coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	0
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2	X
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total			2
<b>4.0. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	0
Sub-Total			2
<b>5.0. FRECUENCIA (NO-COMPABILIDAD)</b>			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "averías" repetitivas del complejo)	0	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	0	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Optima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
TOTAL (Críticidad Total = Frecuencia * (Posibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SHM)			10

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Críticidad Total = Frecuencia * (Posibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SHM		Críticidad Total = Frecuencia * (Posibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SHM	
NOMBRE DEL EQUIPO		NOMBRE DEL EQUIPO	
11EK63AA101		11EK63AA101	
SELECCIÓN(K)	PESO	SELECCIÓN(N)	TOTAL
<b>3.1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>			
1.1	Sin modo alarmo de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alarmo de operación; reparación menor a dos días	2	X
1.3	Sin modo alarmo de operación; el proceso se suspende si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Opciones de equipo Respaldo-SPARE-Stand by o Modo alarmo de operación)	0	0
Sub-Total			2
<b>3.2. EFECTO DEL FALLO (Se aplica solo en los equipos disponibles)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor; Implica un coste >= 300.000 (USD)	0	0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0	X
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	0
Sub-Total			0
<b>3.3. COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	Muy alto; coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	0
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2	X
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total			2
<b>4.0. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	0
Sub-Total			2
<b>5.0. FRECUENCIA (NO-COMPABILIDAD)</b>			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "averías" repetitivas del complejo)	0	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	0	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Optima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
TOTAL (Críticidad Total = Frecuencia * (Posibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SHM)			10

Fórmula aplicable  
 Cantidad Total = Frecuencia (No. Fallas) \* Consecuencia  
 Cantidad Total = Frecuencia \* (Incidencia Operacional \* Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA

NOMBRE DEL EQUIPO		00CFAT1AN001	
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		PESO	SELECCIÓN (X)
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Opción de equipo Repuesto-Spare-Stock by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			0
EFFECTO DEL FALLO (Sin asumir que no hay repuesto disponible)			
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: Implica un coste >= 300,000 USD	6	
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50,000 USD y menor a 300,000 USD	6	
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50,000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto: coste > 50,000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10,000 hasta 50,000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5,000 y 10,000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1,500 y menor a 5,000 USD	1	X
3.5	Muy bajo: menor a 1,500 USD	0	
Sub-Total			1
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SMA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	6	
4.2	Incidencias humanas y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			2
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy eficiente >= 3 fallos por año (entire de "averías" repetidas del completo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	X
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	
Sub-Total			5
TOTAL Cantidad Total = Frecuencia * (Incidencia Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA			15

Fórmula aplicable  
 Cantidad Total = Frecuencia (No. Fallas) \* Consecuencia  
 Cantidad Total = Frecuencia \* (Incidencia Operacional \* Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA

NOMBRE DEL EQUIPO		00CFAT1AN001	
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		PESO	SELECCIÓN (X)
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Opción de equipo Repuesto-Spare-Stock by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			0
EFFECTO DEL FALLO (Sin asumir que no hay repuesto disponible)			
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: Implica un coste >= 300,000 USD	6	
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50,000 USD y menor a 300,000 USD	6	
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50,000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto: coste > 50,000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10,000 hasta 50,000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5,000 y 10,000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1,500 y menor a 5,000 USD	1	X
3.5	Muy bajo: menor a 1,500 USD	0	
Sub-Total			1
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SMA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	6	
4.2	Incidencias humanas y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			2
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy eficiente >= 3 fallos por año (entire de "averías" repetidas del completo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	X
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	
Sub-Total			8
TOTAL Cantidad Total = Frecuencia * (Incidencia Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA			15

Fórmula aplicable Credibilidad Total = Frecuencia (No-Reliabilidad) * Consecuencia Credibilidad Total = Frecuencia * (Reliabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		11EK51AC002	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD			
<b>1 FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mejor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	X
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso es sensible al tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Reemplazo-SPARE-Standard y a Modo alterno de operación	0	
Sub-Total			2
<b>2 EFECTO DEL FALLO (Si assume que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)	0	
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0	X
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	
Sub-Total			0
<b>3 COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			3
<b>4 IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total			0
<b>5 FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>			
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (cubierta de "avería" repetitiva del completo)	0	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	0	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
<b>TOTAL</b>			<b>15</b>

Fórmula aplicable Credibilidad Total = Frecuencia (No-Reliabilidad) * Consecuencia Credibilidad Total = Frecuencia * (Reliabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		11EK51BC001	
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		PESO	SELECCIÓN (X)
<b>1 FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación mejor a dos días	2	X
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso es sensible al tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Reemplazo-SPARE-Standard y a Modo alterno de operación	0	
Sub-Total			0
<b>2 EFECTO DEL FALLO (Si assume que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)	0	
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0	X
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	
Sub-Total			0
<b>3 COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			3
<b>4 IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total			0
<b>5 FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>			
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (cubierta de "avería" repetitiva del completo)	0	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
<b>TOTAL</b>			<b>3</b>

Fórmula aplicable		Credibilidad Total = Frecuencia (No-Balabilidad) * Consecuencia		Credibilidad Total = Frecuencia * (Frecuencia Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA	
NOMBRE DEL EQUIPO		11EKCS1BE001		TOTAL	
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (X)	TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
1.1	Sin modo alarme de operación; reparación mayor a dos días	4		0	0
1.2	Sin modo alarme de operación; reparación menor a dos días	2	X	2	2
1.3	Sin modo alarme de operación; el proceso se suspende si el tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1		0	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Respaldo-SPARE-Stand by o Modo alarme de operación	0		0	0
Sub-Total					
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se define según el tipo de fallo, su impacto, disponibilidad)</b>					
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 USD	6		0	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	X	6	6
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4		0	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1		0	0
Sub-Total					
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>					
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4		0	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X	3	3
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2		0	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1		0	0
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0		0	0
Sub-Total					
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>					
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	6		0	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2		0	0
4.3	Sin riesgo	0	X	0	0
Sub-Total					
<b>FRECUENCIA (IND-CONFIDABILIDAD)</b>					
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del complejo)	6		0	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5		0	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3		0	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X	1	1
Sub-Total					
<b>TOTAL (Credibilidad Total = Frecuencia * (Frecuencia Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)</b>					
				<b>15</b>	<b>15</b>

Fórmula aplicable		Credibilidad Total = Frecuencia (No-Balabilidad) * Consecuencia		Credibilidad Total = Frecuencia * (Frecuencia Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA	
NOMBRE DEL EQUIPO		11EKCS1BZ001		TOTAL	
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (X)	TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
1.1	Sin modo alarme de operación; reparación mayor a dos días	4		0	0
1.2	Sin modo alarme de operación; reparación menor a dos días	2	X	2	2
1.3	Sin modo alarme de operación; el proceso se suspende si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1		0	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Respaldo-SPARE-Stand by o Modo alarme de operación	0		0	0
Sub-Total					
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se define según el tipo de fallo, su impacto, disponibilidad)</b>					
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 USD	6		0	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	X	6	6
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4		0	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1		0	0
Sub-Total					
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>					
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4		0	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X	3	3
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2		0	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1		0	0
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0		0	0
Sub-Total					
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>					
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	6		0	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2		0	0
4.3	Sin riesgo	0	X	0	0
Sub-Total					
<b>FRECUENCIA (IND-CONFIDABILIDAD)</b>					
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del complejo)	6		0	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5		0	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3		0	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X	1	1
Sub-Total					
<b>TOTAL (Credibilidad Total = Frecuencia * (Frecuencia Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)</b>					
				<b>15</b>	<b>15</b>

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No-Faibilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operativa) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SHM		11EKG41AA001	
NOMBRE DEL EQUIPO		PEO	SELECCIÓN (X)
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		PEO	TOTAL
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	X
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Disponer de equipo Reemplazo-SPARE-Stand by a Modo alterno de operación	0	0
Sub-Total			2
EFECTO DEL FALLO (Si el equipo que no hay repuesto disponible)			
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 USD	6	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0	X
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	0
Sub-Total			6
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total			3
IMPACTO EN LA SEGURIDAD (HIGIENE Y AMBIENTE) (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	6	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	0
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total			6
FLEXIBILIDAD (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del completo)	6	0
5.2	Deficiente = 2 fallos/año	5	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operativa) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SHM)			15

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No-Faibilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operativa) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SHM		11EKG41AA002	
NOMBRE DEL EQUIPO		PEO	SELECCIÓN (X)
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		PEO	TOTAL
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	X
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Disponer de equipo Reemplazo-SPARE-Stand by a Modo alterno de operación	0	0
Sub-Total			2
EFECTO DEL FALLO (Si el equipo que no hay repuesto disponible)			
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 USD	6	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0	X
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	0
Sub-Total			6
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total			3
IMPACTO EN LA SEGURIDAD (HIGIENE Y AMBIENTE) (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	6	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	0
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total			6
FLEXIBILIDAD (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del completo)	6	0
5.2	Deficiente = 2 fallos/año	5	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operativa) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SHM)			15

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No-Faibilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * [Infiabilidad Operacional * Efecto del Fallo] + Costo de Reparación + Impacto en SHM		11EKG42AA001	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	X
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se acelera si el tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo (Repuesto-SPARE-Stock) o Modo alterno de operación	0	
Sub-Total			2
2. EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)			
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un costo > 300.000 USD	6	
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	X
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	
Sub-Total			6
3. COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto: costo > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			3
4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHM)			
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	6	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total			0
5. FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "verita" respectiva del complejo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
<b>TOTAL</b>			<b>15</b>

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No-Faibilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * [Infiabilidad Operacional * Efecto del Fallo] + Costo de Reparación + Impacto en SHM		11EKG42AA002	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	X
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se acelera si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo (Repuesto-SPARE-Stock) o Modo alterno de operación	0	
Sub-Total			2
2. EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)			
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un costo > 300.000 USD	6	
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	X
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	
Sub-Total			6
3. COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto: costo > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			3
4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHM)			
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	6	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total			0
5. FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "verita" respectiva del complejo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
<b>TOTAL</b>			<b>15</b>

Fórmula aplicable Credibilidad Total = Frecuencia (No. de fallos) * Consecuencia Credibilidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional * Efecto del fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		NOMBRE DEL EQUIPO		11EKCT0A0001		TOTAL	
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		PESO		SELECCIÓN (X)	
1.1	Sin modo alarme de operación; reparación mayor a dos días	4					0
1.2	Sin modo alarme de operación; reparación menor a dos días	2	X				2
1.3	Sin modo alarme de operación; el proceso se detiene al tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1					0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispongo de equipo de repuesto-SPARE-Share by o modo alarme de operación	0					0
Sub-Total							2
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay recurso disponible)</b>							
2.1	Parada inmediata del sistema o sub-sistema. Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 USD	8					0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo. Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	X				6
2.3	Parada de equipo. Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4					0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación. Sin Pérdidas	1					0
Sub-Total							6
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>							
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4					0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	2					0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	X				2
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1					0
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0					0
Sub-Total							2
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SMA)</b>							
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8					0
4.2	Incidentes Numeros y/o ambientales	2					0
4.3	Sin riesgo	0	X				0
Sub-Total							0
<b>FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>							
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del completo)	8					0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6					0
5.3	Normal = 1 fallo por año	2					0
5.4	Opción = 0 Fallos	1	X				1
Sub-Total							1
TOTAL (Credibilidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional * Efecto del fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)							14

Fórmula aplicable Credibilidad Total = Frecuencia (No. de fallos) * Consecuencia Credibilidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional * Efecto del fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		NOMBRE DEL EQUIPO		10SCAZ2AT001		TOTAL	
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		PESO		SELECCIÓN (X)	
1.1	Sin modo alarme de operación; reparación mayor a dos días	4					0
1.2	Sin modo alarme de operación; reparación menor a dos días	2					0
1.3	Sin modo alarme de operación; el proceso se detiene al tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	X				1
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispongo de equipo de repuesto-SPARE-Share by o modo alarme de operación	0					0
Sub-Total							1
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay recurso disponible)</b>							
2.1	Parada inmediata del sistema o sub-sistema. Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 USD	8	X				8
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo. Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6					0
2.3	Parada de equipo. Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4					0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación. Sin Pérdidas	1					0
Sub-Total							8
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>							
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4					0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	2					0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2					0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1					0
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	X				0
Sub-Total							0
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SMA)</b>							
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8					0
4.2	Incidentes Numeros y/o ambientales	2	X				2
4.3	Sin riesgo	0					0
Sub-Total							2
<b>FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>							
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del completo)	8					0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6					0
5.3	Normal = 1 fallo por año	2					0
5.4	Opción = 0 Fallos	1	X				1
Sub-Total							1
TOTAL (Credibilidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional * Efecto del fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)							11



Fórmula aplicable		11EKD81AA002	
Credibilidad Total = Frecuencia (No-Deficiencia) * Consecuencia		PESO SELECCIÓN (X)	
Credibilidad Total = Frecuencia * (Deficiencia Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		TOTAL	
NOMBRE DEL EQUIPO			
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD			
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se suspende si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	X
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Reemplazo=SPARE-Stand by o Modo alterno de operación	0	0
Sub-Total		1	
EFFECTO DEL FALLO (Se anota que no hay "Spares" disponibles)			
2.1	Parada inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor; Implica un coste >= 300.000 (USD)	0	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0	0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4	X
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	0
Sub-Total		4	
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto; coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total		3	
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0	0
4.2	Incidentes Numeros y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	0
Sub-Total		2	
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "mala" repetición del compo)	0	0
5.2	Deficiente = 2 fallos/año	0	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total		1	
TOTAL (Credibilidad Total = Frecuencia * (Deficiencia Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)		0	

Fórmula aplicable		11EKD62AA002	
Credibilidad Total = Frecuencia (No-Deficiencia) * Consecuencia		PESO SELECCIÓN (X)	
Credibilidad Total = Frecuencia * (Deficiencia Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		TOTAL	
NOMBRE DEL EQUIPO			
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD			
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se suspende si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	X
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Reemplazo=SPARE-Stand by o Modo alterno de operación	0	0
Sub-Total		1	
EFFECTO DEL FALLO (Se anota que no hay "Spares" disponibles)			
2.1	Parada inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor; Implica un coste >= 300.000 (USD)	0	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0	0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4	X
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	0
Sub-Total		4	
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto; coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total		3	
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0	0
4.2	Incidentes Numeros y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	0
Sub-Total		2	
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "mala" repetición del compo)	0	0
5.2	Deficiente = 2 fallos/año	0	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total		1	
TOTAL (Credibilidad Total = Frecuencia * (Deficiencia Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)		0	

Fórmula aplicable Credibilidad Total = Fiabilidad + Disponibilidad + Consecuencia Credibilidad Total = Fiabilidad + Disponibilidad Operacional + Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMA		10QFA11A7001	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se realiza si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			0
EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay respaldos disponibles)			
2.1	Parada inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor; implica un coste >= 300.000 (USD)	9	
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto; coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0	X
Sub-Total			0
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	
4.2	Incidentes (numeros y/o ambientales)	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			2
FRECUENCIA (MÓ-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "mucha" repetición del complejo)	9	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	X
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	
Sub-Total			3
TOTAL (Credibilidad Total = Fiabilidad + Disponibilidad Operacional + Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMA)			6

Fórmula aplicable Credibilidad Total = Fiabilidad + Disponibilidad + Consecuencia Credibilidad Total = Fiabilidad + Disponibilidad Operacional + Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMA		10QFA12A7001	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se realiza si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			0
EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay respaldos disponibles)			
2.1	Parada inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor; implica un coste >= 300.000 (USD)	9	
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto; coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0	X
Sub-Total			0
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	
4.2	Incidentes (numeros y/o ambientales)	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			2
FRECUENCIA (MÓ-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "mucha" repetición del complejo)	9	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	X
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	
Sub-Total			3
TOTAL (Credibilidad Total = Fiabilidad + Disponibilidad Operacional + Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMA)			6

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Credibilidad Total = Frecuencia (No-Fallado) * Consecuencia		Credibilidad Total = Frecuencia (No-Fallado) * Consecuencia	
Credibilidad Total = Frecuencia (Flexibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Costo de Reparación + Impacto en SIM		Credibilidad Total = Frecuencia (Flexibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Costo de Reparación + Impacto en SIM	
NOMBRE DEL EQUIPO		NOMBRE DEL EQUIPO	
10QFA21AT001		10QFA21AT001	
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	SELECCIÓN (X)	PESO	TOTAL
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1 Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días		4	0
1.2 Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días		2	0
1.3 Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.		1	0
1.4 No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Repuesto=SPARE-Shared by o Modo alterno de operación	X	0	0
<b>Sub-Total</b>			<b>0</b>
EFFECTO DEL FALLO (Si ocurre que no hay repuesto disponible)			
2.1 Pérdida inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor: implica un costo >= 300.000 (USD)		9	0
2.2 Pérdida de equipo con efecto en el grupo. Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD		6	0
2.3 Pérdida de equipo. Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD		4	0
2.4 Sin consecuencia en la producción u operación. Sin Pérdidas	X	1	1
<b>Sub-Total</b>			<b>1</b>
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1 Muy alto: costo > 50.000 USD		4	0
3.2 Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD		3	0
3.3 Normal: entre 5.000 y 10.000 USD		2	0
3.4 Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD		1	0
3.5 Muy bajo: menor a 1.500 USD	X	0	0
<b>Sub-Total</b>			<b>0</b>
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, BIENESTAR Y AMBIENTE (SMA)			
4.1 Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)		8	0
4.2 Incidentes humanos y/o ambientales	X	2	2
4.3 Sin riesgo		0	0
<b>Sub-Total</b>			<b>2</b>
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1 Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "aviso" repetitivo del complejo)		8	0
5.2 Deficiente = 2 fallos/año		5	0
5.3 Normal = 1 fallo por año	X	3	3
5.4 Óptima = 0 Fallos		1	0
<b>Sub-Total</b>			<b>3</b>
<b>TOTAL (Credibilidad Total = Frecuencia (Flexibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Costo de Reparación + Impacto en SIM)</b>			<b>6</b>

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Credibilidad Total = Frecuencia (No-Fallado) * Consecuencia		Credibilidad Total = Frecuencia (No-Fallado) * Consecuencia	
Credibilidad Total = Frecuencia (Flexibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Costo de Reparación + Impacto en SIM		Credibilidad Total = Frecuencia (Flexibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Costo de Reparación + Impacto en SIM	
NOMBRE DEL EQUIPO		NOMBRE DEL EQUIPO	
10QFA22AT001		10QFA22AT001	
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	SELECCIÓN (X)	PESO	TOTAL
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1 Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días		4	0
1.2 Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días		2	0
1.3 Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.		1	0
1.4 No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Repuesto=SPARE-Shared by o Modo alterno de operación	X	0	0
<b>Sub-Total</b>			<b>0</b>
EFFECTO DEL FALLO (Si ocurre que no hay repuesto disponible)			
2.1 Pérdida inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor: implica un costo >= 300.000 (USD)		9	0
2.2 Pérdida de equipo con efecto en el grupo. Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD		6	0
2.3 Pérdida de equipo. Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD		4	0
2.4 Sin consecuencia en la producción u operación. Sin Pérdidas	X	1	1
<b>Sub-Total</b>			<b>1</b>
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1 Muy alto: costo > 50.000 USD		4	0
3.2 Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD		3	0
3.3 Normal: entre 5.000 y 10.000 USD		2	0
3.4 Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD		1	0
3.5 Muy bajo: menor a 1.500 USD	X	0	0
<b>Sub-Total</b>			<b>0</b>
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, BIENESTAR Y AMBIENTE (SMA)			
4.1 Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)		8	0
4.2 Incidentes humanos y/o ambientales	X	2	2
4.3 Sin riesgo		0	0
<b>Sub-Total</b>			<b>2</b>
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1 Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "aviso" repetitivo del complejo)		8	0
5.2 Deficiente = 2 fallos/año		5	0
5.3 Normal = 1 fallo por año	X	3	3
5.4 Óptima = 0 Fallos		1	0
<b>Sub-Total</b>			<b>3</b>
<b>TOTAL (Credibilidad Total = Frecuencia (Flexibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Costo de Reparación + Impacto en SIM)</b>			<b>6</b>

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Criticidad Total = Frecuencia (No. Fallas) * Consecuencia		Criticidad Total = Frecuencia (No. Fallas) * Consecuencia	
Criticidad Total = Frecuencia * [(Flexibilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Costo de Reparación + Impacto en SMA]		Criticidad Total = Frecuencia * [(Flexibilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Costo de Reparación + Impacto en SMA]	
NOMBRE DEL EQUIPO			
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		11EKD61AA101	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		SELECCIÓN (X)	
TOTAL		TOTAL	
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Respaldo=SPARE-Stand by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total		0	
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se aplica que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor: implica un costo >= 300.000 (USD)	8	0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo. Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	0
2.3	Pérdida de equipo. Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total		1	
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	Muy alto: costo > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total		7	
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD/HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	0
4.2	Incidentes (heridas o lesiones)	2	X
4.3	Sin riesgo	0	0
Sub-Total		2	
<b>FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (estilo de "avería" repetitiva del equipo)	8	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total		1	
<b>TOTAL</b>		<b>5</b>	

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Criticidad Total = Frecuencia (No. Fallas) * Consecuencia		Criticidad Total = Frecuencia (No. Fallas) * Consecuencia	
Criticidad Total = Frecuencia * [(Flexibilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Costo de Reparación + Impacto en SMA]		Criticidad Total = Frecuencia * [(Flexibilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Costo de Reparación + Impacto en SMA]	
NOMBRE DEL EQUIPO			
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		11EKD61AA102	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		SELECCIÓN (X)	
TOTAL		TOTAL	
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Respaldo=SPARE-Stand by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total		0	
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se aplica que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor: implica un costo >= 300.000 (USD)	8	0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo. Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	0
2.3	Pérdida de equipo. Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total		1	
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	Muy alto: costo > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total		7	
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD/HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	0
4.2	Incidentes (heridas o lesiones)	2	X
4.3	Sin riesgo	0	0
Sub-Total		2	
<b>FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (estilo de "avería" repetitiva del equipo)	8	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total		1	
<b>TOTAL</b>		<b>5</b>	

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia		Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia	
Criticidad Total = Frecuencia * (Inhibibilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM		Criticidad Total = Frecuencia * (Inhibibilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM	
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>			
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		11EK062AA101	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		SELECCIÓN (X)	
PESO		TOTAL	
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se suspende si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Disponer de equipo Repuesto=SPARE-Stock by o Modo alterno de operación.	0	X
Sub-Total		0	
<b>EFFECTO DEL FALLO (Si alguno que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Parada inmedida del sistema o subsistema. Pérdida mayor: implica un coste => 300.000 (USD)	0	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0	0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total		1	
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total		3	
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	0
Sub-Total		2	
<b>FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>			
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "avaria" repetitiva del conjunto)	0	0
5.2	Deficiente = 2 fallos/año	5	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total		1	
TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia * (Inhibibilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM)		3	

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia		Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia	
Criticidad Total = Frecuencia * (Inhibibilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM		Criticidad Total = Frecuencia * (Inhibibilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM	
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>			
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		11EK062AA102	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		SELECCIÓN (X)	
PESO		TOTAL	
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se suspende si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Disponer de equipo Repuesto=SPARE-Stock by o Modo alterno de operación.	0	X
Sub-Total		0	
<b>EFFECTO DEL FALLO (Si alguno que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Parada inmedida del sistema o subsistema. Pérdida mayor: implica un coste => 300.000 (USD)	0	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0	0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total		1	
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total		3	
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	0
Sub-Total		2	
<b>FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>			
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "avaria" repetitiva del conjunto)	0	0
5.2	Deficiente = 2 fallos/año	0	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total		1	
TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia * (Inhibibilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM)		5	

Fórmula aplicable Críticidad Total = Frecuencia (No Fiabilidad) * Consecuencia Críticidad Total = Frecuencia * [(Inutilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Costo de Reparación + Impacto en SHM]		12EK081AA101	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESEO	SELECCIÓN (X)
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispones de equipo Reemplazo-SPARE-Standard o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			0
EFFECTO DEL FALLO (Si ocurre que no hay repuesto disponible)			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un costo >= 300.000 (USD)	6	
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto: costo > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			3
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	6	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			2
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (crítico de "avería" repetitiva del completo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
TOTAL (Críticidad Total = Frecuencia * [(Inutilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Costo de Reparación + Impacto en SHM])			5

Fórmula aplicable Críticidad Total = Frecuencia (No Fiabilidad) * Consecuencia Críticidad Total = Frecuencia * [(Inutilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Costo de Reparación + Impacto en SHM]		12EK081AA161	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESEO	SELECCIÓN (X)
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispones de equipo Reemplazo-SPARE-Standard o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			0
EFFECTO DEL FALLO (Si ocurre que no hay repuesto disponible)			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un costo >= 300.000 (USD)	6	
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto: costo > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			3
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	6	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			2
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (crítico de "avería" repetitiva del completo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
TOTAL (Críticidad Total = Frecuencia * [(Inutilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Costo de Reparación + Impacto en SHM])			5

Fórmula aplicable Críticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Críticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SGA		12EK081AA1B2		TOTAL	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO		SELECCIÓN (X)	
1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
1.1	Si modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4			0
1.2	Si modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2			0
1.3	Si modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1			0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes/Opciones de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación	0		X	0
Sub-Total					
2. EFECTO DEL FALLO (Si surge que no hay repuesto disponible)					
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor; implica un coste >= 300.000 (USD)	6			0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6			0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4			0
2.4	Si consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1		X	1
Sub-Total					
3. COSTES DE REPARACIÓN					
3.1	Muy alto; coste > 50.000 USD	4			0
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3		X	3
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2			0
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1			0
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0			0
Sub-Total					
4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)					
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Daños a Entornos)	6			0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2		X	2
4.3	Sin riesgo	0			0
Sub-Total					
5. FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)					
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "averías" repetitiva del complejo)	6			0
5.2	Deficiente = 2 fallos/año	6			0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3			0
5.4	Opción = 0 Fallos	1		X	1
Sub-Total					
<b>TOTAL (Críticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SGA)</b>					<b>5</b>

Fórmula aplicable Críticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Críticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SGA		12EK082AA101		TOTAL	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO		SELECCIÓN (X)	
1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
1.1	Si modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4			0
1.2	Si modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2			0
1.3	Si modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1			0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes/Opciones de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación	0		X	0
Sub-Total					
2. EFECTO DEL FALLO (Si surge que no hay repuesto disponible)					
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor; implica un coste >= 300.000 (USD)	6			0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6			0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4			0
2.4	Si consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1		X	1
Sub-Total					
3. COSTES DE REPARACIÓN					
3.1	Muy alto; coste > 50.000 USD	4			0
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3		X	3
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2			0
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1			0
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0			0
Sub-Total					
4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)					
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Daños a Entornos)	6			0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2		X	2
4.3	Sin riesgo	0			0
Sub-Total					
5. FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)					
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "averías" repetitiva del complejo)	6			0
5.2	Deficiente = 2 fallos/año	6			0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3			0
5.4	Opción = 0 Fallos	1		X	1
Sub-Total					
<b>TOTAL (Críticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SGA)</b>					<b>5</b>

Fórmula aplicable		12EKD82AA161	
Críticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia		PESO	
Críticidad Total = Frecuencia * (Infiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM		SELECCIÓN (X)	
NOMBRE DEL EQUIPO		TOTAL	
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		TOTAL	
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se suspende al tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Clapora de equipo Respaldado-SPARE-Standard o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total		0	
EFFECTO DEL FALLO (Si el fallo que no hay repuesto disponible)		TOTAL	
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)	6	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total		1	
COSTES DE REPARACIÓN		TOTAL	
3.1	Muy abn. coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Abn. entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total		3	
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)		TOTAL	
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	0
4.2	Incidentes Numeros y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	0
Sub-Total		2	
FRECUCENCIA (NO-CONFIBILIDAD)		TOTAL	
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avertis" repetitivos del compilo)	6	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total		1	
TOTAL (Críticidad Total = Frecuencia * (Infiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM)		5	

Fórmula aplicable		12EKD82AA162	
Críticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia		PESO	
Críticidad Total = Frecuencia * (Infiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM		SELECCIÓN (X)	
NOMBRE DEL EQUIPO		TOTAL	
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		TOTAL	
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se suspende al tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Clapora de equipo Respaldado-SPARE-Standard o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total		0	
EFFECTO DEL FALLO (Si el fallo que no hay repuesto disponible)		TOTAL	
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)	6	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total		1	
COSTES DE REPARACIÓN		TOTAL	
3.1	Muy abn. coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Abn. entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total		3	
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)		TOTAL	
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	0
4.2	Incidentes Numeros y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	0
Sub-Total		2	
FRECUCENCIA (NO-CONFIBILIDAD)		TOTAL	
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avertis" repetitivos del compilo)	6	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total		1	
TOTAL (Críticidad Total = Frecuencia * (Infiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM)		5	



Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Críticidad Total = Frecuencia * (In-Reliabilidad) * Consecuencia		Críticidad Total = Frecuencia * (In-Reliabilidad) * Consecuencia	
Críticidad Total = Frecuencia * (In-Reliabilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMA		Críticidad Total = Frecuencia * (In-Reliabilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMA	
NOMBRE DEL EQUIPO			
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (X)
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Disponen de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			
EFFECTO DEL FALLO (Se suma que no hay respaldo/depósito)			
2.1	Parada inmediata del sistema o subistema. Pérdida mayor; implica un coste => 300.000 (USD)	6	
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo. Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; coste menor e igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto; coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, MEDIO Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del completo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			
TOTAL		12EK083AA101	
TOTAL		5	

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Críticidad Total = Frecuencia * (In-Reliabilidad) * Consecuencia		Críticidad Total = Frecuencia * (In-Reliabilidad) * Consecuencia	
Críticidad Total = Frecuencia * (In-Reliabilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMA		Críticidad Total = Frecuencia * (In-Reliabilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMA	
NOMBRE DEL EQUIPO			
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (X)
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Disponen de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			
EFFECTO DEL FALLO (Se suma que no hay respaldo/depósito)			
2.1	Parada inmediata del sistema o subistema. Pérdida mayor; implica un coste => 300.000 (USD)	6	
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo. Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; coste menor e igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto; coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, MEDIO Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del completo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			
TOTAL		12EK083AA161	
TOTAL		5	

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Criticidad Total = Frecuencia (No. de Fallos) * Consecuencia		Criticidad Total = Frecuencia (No. de Fallos) * Consecuencia	
Criticidad Total = Frecuencia * (Influencia Operacional * Coste de Reparación + Impacto en SGA)		Criticidad Total = Frecuencia * (Influencia Operacional * Coste de Reparación + Impacto en SGA)	
NOMBRE DEL EQUIPO		NOMBRE DEL EQUIPO	
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (X)
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Repuesto-SPARE-Share y o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			0
EFECTO DEL FALLO (Si alguno que no hay, se deja disponible)			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)	8	
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			3
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			2
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" respectiva del completo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
<b>TOTAL (Pondera) Total = Frecuencia * (Influencia Operacional * Coste de Reparación + Impacto en SGA)</b>			<b>5</b>

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Criticidad Total = Frecuencia (No. de Fallos) * Consecuencia		Criticidad Total = Frecuencia (No. de Fallos) * Consecuencia	
Criticidad Total = Frecuencia * (Influencia Operacional * Coste de Reparación + Impacto en SGA)		Criticidad Total = Frecuencia * (Influencia Operacional * Coste de Reparación + Impacto en SGA)	
NOMBRE DEL EQUIPO		NOMBRE DEL EQUIPO	
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (X)
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Repuesto-SPARE-Share y o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			0
EFECTO DEL FALLO (Si alguno que no hay, se deja disponible)			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)	8	
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			3
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			2
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" respectiva del completo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
<b>TOTAL (Pondera) Total = Frecuencia * (Influencia Operacional * Coste de Reparación + Impacto en SGA)</b>			<b>5</b>

Fórmula aplicable Créditos Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Créditos Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM		12EKE55AT001	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD			
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Si modo alarmo de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Si modo alarmo de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Si modo alarmo de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Disponer de equipo Respaldo-SPARE-Standard y o Modo alarmo de operación	0	X
Sub-Total			0
EFFECTO DEL FALLO (Si alarma que no hay repuesto disponible)			
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor; implica un coste = 300.000 (USD)	6	
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto; coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			3
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHM)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Densidad o Emisiones)	6	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			2
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente = 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del complejo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
TOTAL			5

Fórmula aplicable Créditos Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Créditos Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM		12EKE68AT001	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD			
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Si modo alarmo de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Si modo alarmo de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Si modo alarmo de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Disponer de equipo Respaldo-SPARE-Standard y o Modo alarmo de operación	0	X
Sub-Total			0
EFFECTO DEL FALLO (Si alarma que no hay repuesto disponible)			
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor; implica un coste = 300.000 (USD)	6	
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto; coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			3
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHM)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Densidad o Emisiones)	6	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			2
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente = 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del complejo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
TOTAL			5

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Crédito Total = Frecuencia (No Fiabilidad) * Consecuencia		Crédito Total = Frecuencia (No Fiabilidad) * Consecuencia	
Crédito Total = Frecuencia * ((Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		Crédito Total = Frecuencia * ((Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA	
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>			
<b>FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD</b>		<b>12EK76AT001</b>	
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>		<b>SELECCIÓN (X)</b>	
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso de solución al tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Reemplazo-SPARE-Share y o Modo alterno de operación	0	X
<b>Sub-Total</b>		<b>6</b>	
<b>EFFECTO DEL FALLO (Si ocurre que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor; Impacto un coste >= 300.000 (USD)	8	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; costo menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
<b>Sub-Total</b>		<b>19</b>	
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	Muy alto; costo > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	X
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0	0
<b>Sub-Total</b>		<b>9</b>	
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	0
<b>Sub-Total</b>		<b>2</b>	
<b>FRECUENCIA (NO-CONFIABILIDAD)</b>			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (cambio de "verificación" repetitiva del completo)	8	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
<b>Sub-Total</b>		<b>17</b>	
<b>TOTAL (Crédito Total = Frecuencia * ((Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)</b>		<b>5</b>	

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Crédito Total = Frecuencia (No Fiabilidad) * Consecuencia		Crédito Total = Frecuencia (No Fiabilidad) * Consecuencia	
Crédito Total = Frecuencia * ((Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		Crédito Total = Frecuencia * ((Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA	
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>			
<b>FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD</b>		<b>10SAB10AC001E</b>	
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>		<b>SELECCIÓN (X)</b>	
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso de solución al tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Reemplazo-SPARE-Share y o Modo alterno de operación	0	X
<b>Sub-Total</b>		<b>7</b>	
<b>EFFECTO DEL FALLO (Si ocurre que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor; Impacto un coste >= 300.000 (USD)	8	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; costo menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
<b>Sub-Total</b>		<b>19</b>	
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	Muy alto; costo > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	0
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	X
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0	0
<b>Sub-Total</b>		<b>10</b>	
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	0
4.3	Sin riesgo	0	X
<b>Sub-Total</b>		<b>10</b>	
<b>FRECUENCIA (NO-CONFIABILIDAD)</b>			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (cambio de "verificación" repetitiva del completo)	8	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	X
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	0
<b>Sub-Total</b>		<b>18</b>	
<b>TOTAL (Crédito Total = Frecuencia * ((Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)</b>		<b>3</b>	

Fórmula aplicable Cantidad Total = Frecuencia (No. Fallas) * Consecuencia Cantidad Total = Frecuencia * [(Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo] + Coste de Reparación + Impuesto en SIM		10SAB10AC002A	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes ( dispone de equipo Reemplazo-SPARE-Standard by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total		0	0
EFFECTO DEL FALLO (Se assume que no hay repuesto disponible)			
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un costo >= 300.000 (USD)	9	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdidas intermedias: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total		1	0
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto: costo > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	X
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total		0	0
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (PHM)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	6	0
4.2	Incidencia humana y/o ambientales	2	0
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total		0	0
FRECUENCIA (NO = CONFIABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (critero de "avería" repetitiva del completo)	6	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	X
5.4	Opción = 0 Fallos	1	0
Sub-Total		1	0
TOTAL (Cantidad Total = Frecuencia * [(Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo] + Coste de Reparación + Impuesto en SIM)		3	0

Fórmula aplicable Cantidad Total = Frecuencia (No. Fallas) * Consecuencia Cantidad Total = Frecuencia * [(Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo] + Coste de Reparación + Impuesto en SIM		10SAB10AC002B	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes ( dispone de equipo Reemplazo-SPARE-Standard by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total		0	0
EFFECTO DEL FALLO (Se assume que no hay repuesto disponible)			
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un costo >= 300.000 (USD)	9	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdidas intermedias: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total		1	0
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto: costo > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	X
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total		0	0
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (PHM)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	6	0
4.2	Incidencia humana y/o ambientales	2	0
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total		0	0
FRECUENCIA (NO = CONFIABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (critero de "avería" repetitiva del completo)	6	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	X
5.4	Opción = 0 Fallos	1	0
Sub-Total		1	0
TOTAL (Cantidad Total = Frecuencia * [(Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo] + Coste de Reparación + Impuesto en SIM)		3	0

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No Fiabilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHU		10SAB10AC002C	
NOMBRE DEL EQUIPO		SELECCIÓN (X)	TOTAL
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		PESO	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Depone de equipo Respaldo=SPARE-Standard by o Modo alterno de operación)	0	X
Sub-Total			0
EFFECTO DEL FALLO (Si el número que no hay respaldos disponibles)			
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 USD)	8	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	X
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total			1
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	0
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total			0
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" respectiva del complejo)	8	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	X
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	0
Sub-Total			3
TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHU)			3

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No Fiabilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHU		10SAB10AC002D	
NOMBRE DEL EQUIPO		SELECCIÓN (X)	TOTAL
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		PESO	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Depone de equipo Respaldo=SPARE-Standard by o Modo alterno de operación)	0	X
Sub-Total			0
EFFECTO DEL FALLO (Si el número que no hay respaldos disponibles)			
2.1	Parada inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 USD)	8	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	X
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total			0
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	0
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total			0
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" respectiva del complejo)	8	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	X
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	0
Sub-Total			3
TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHU)			3

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia * (Influencia) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Influencia Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SHM		NOMBRE DEL EQUIPO		10SAC10AC001		SELECCIÓN(X)		TOTAL	
1 FLEXIBILIDAD OPERACIONAL									
1.1	Sin modo aborno de operación; reparación mayor a dos días								
1.2	Sin modo aborno de operación; reparación menor a dos días								
1.3	Sin modo aborno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.								
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Disponer de equipo Respaldo-SPARE-Standard y o modo aborno de operación								X
Sub-Total									
2 EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)									
2.1	Pérdida inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)								
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD								
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD								
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas								X
Sub-Total									
3 COSTES DE REPARACIÓN									
3.1	May alto: coste > 50.000 USD								
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD								
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD								
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD								X
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD								
Sub-Total									
4 IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHM)									
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)								
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales								
4.3	Sin riesgo								X
Sub-Total									
5 FRECUENCIA (NO-COMPARABILIDAD)									
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "verificación" repetitiva del complejo)								
5.2	Deficiente = 2 fallos año								
5.3	Normal = 1 fallo por año								X
5.4	Óptima = 0 Fallos								
Sub-Total									
TOTAL (Criticidad Total) = Frecuencia * (Influencia Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SHM									

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia * (Influencia) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Influencia Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SHM		NOMBRE DEL EQUIPO		11EKG40CQ001		SELECCIÓN(X)		TOTAL	
1 FLEXIBILIDAD OPERACIONAL									
1.1	Sin modo aborno de operación; reparación mayor a dos días								
1.2	Sin modo aborno de operación; reparación menor a dos días								
1.3	Sin modo aborno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.								
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Disponer de equipo Respaldo-SPARE-Standard y o modo aborno de operación								X
Sub-Total									
2 EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)									
2.1	Pérdida inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)								
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD								
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD								
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas								X
Sub-Total									
3 COSTES DE REPARACIÓN									
3.1	May alto: coste > 50.000 USD								
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD								X
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD								
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD								
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD								
Sub-Total									
4 IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHM)									
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)								
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales								
4.3	Sin riesgo								X
Sub-Total									
5 FRECUENCIA (NO-COMPARABILIDAD)									
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "verificación" repetitiva del complejo)								
5.2	Deficiente = 2 fallos año								
5.3	Normal = 1 fallo por año								
5.4	Óptima = 0 Fallos								X
Sub-Total									
TOTAL (Criticidad Total) = Frecuencia * (Influencia Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SHM									

Fórmula aplicable: Créditos Total = Frecuencia (No-Reliable) * Consecuencia Créditos Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operativa) * (Efecto del fallo) * Coste de Reparación + Impacto en SHM		12EKG40CQ001		TOTAL
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		PESO		SELECCIÓN (X)
1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL				
1.1	Sin modo alguno de operación; reparación mayor a dos días	4		0
1.2	Sin modo alguno de operación; reparación menor a dos días	2		0
1.3	Sin modo alguno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1		0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Dispono de equipo Respaldado-SPARE-stand by o Modo alguno de operación	0	X	0
Sub-Total				
2. EFECTO DEL FALLO (Si ocurre que no hay repuesto disponible)				
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subistema: Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)	0		0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo: Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0		0
2.3	Pérdida de equipo: Pérdida baja: coste menor e igual a 50.000 USD	4		0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación. Sin Pérdidas	1	X	1
Sub-Total				
3. COSTES DE REPARACIÓN				
3.1	May abaj: coste > 50.000 USD	4		0
3.2	Abaj: entre 10.000 hasta 50.000 USD	2	X	3
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2		0
3.4	Bajaj: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1		0
3.5	May bajaj: menor a 1.500 USD	0		0
Sub-Total				
4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)				
4.1	Accidentes (Muertes o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0		0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2		0
4.3	Sin riesgo	0	X	0
Sub-Total				
5. FRECUENCIA (NO-COMPARABILIDAD)				
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (crítico de "avería" repetitiva del compite)	0		0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	2		0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3		0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X	1
Sub-Total				
<b>TOTAL</b>				<b>3</b>

Fórmula aplicable: Créditos Total = Frecuencia (No-Reliable) * Consecuencia Créditos Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operativa) * (Efecto del fallo) * Coste de Reparación + Impacto en SHM		12EKG42AA101		TOTAL
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		PESO		SELECCIÓN (X)
1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL				
1.1	Sin modo alguno de operación; reparación mayor a dos días	4		0
1.2	Sin modo alguno de operación; reparación menor a dos días	2		0
1.3	Sin modo alguno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1		0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Dispono de equipo Respaldado-SPARE-stand by o Modo alguno de operación	0	X	0
Sub-Total				
2. EFECTO DEL FALLO (Si ocurre que no hay repuesto disponible)				
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subistema: Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)	0		0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo: Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0		0
2.3	Pérdida de equipo: Pérdida baja: coste menor e igual a 50.000 USD	4	X	4
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación. Sin Pérdidas	1		0
Sub-Total				
3. COSTES DE REPARACIÓN				
3.1	May abaj: coste > 50.000 USD	4		0
3.2	Abaj: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3		0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2		0
3.4	Bajaj: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	X	1
3.5	May bajaj: menor a 1.500 USD	0		0
Sub-Total				
4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)				
4.1	Accidentes (Muertes o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0		0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X	2
4.3	Sin riesgo	0		0
Sub-Total				
5. FRECUENCIA (NO-COMPARABILIDAD)				
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (crítico de "avería" repetitiva del compite)	0		0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5		0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3		0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X	1
Sub-Total				
<b>TOTAL</b>				<b>3</b>



ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Fórmula aplicable Crédibilidad Total = Fiabilidad + Consecuencia Crédibilidad Total = Fiabilidad + Consecuencia Crédibilidad Total = Fiabilidad + Consecuencia		Crédibilidad Total = Fiabilidad + Consecuencia Crédibilidad Total = Fiabilidad + Consecuencia Crédibilidad Total = Fiabilidad + Consecuencia	
NOMBRE DEL EQUIPO		10QFA31AT001	
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (X)
<b>1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Dispone de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			
<b>2. EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Parada inmediata del sistema o sub-sistema. Pérdida mayor: implica un costo = 300.000 (USD)	9	
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo. Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Parada de equipo. Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación. Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			
<b>3. COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	May alto: costo > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	X
Sub-Total			
<b>4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			
<b>5. FRECUENCIA (NO-COMPLEJIDAD)</b>			
5.1	May deficiente => 3 fallas por año (criterio de "avería" respectiva del completo)	8	
5.2	Deficiente = 2 fallas por año	6	
5.3	Normal = 1 falla por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallas	1	X
Sub-Total			
<b>TOTAL</b>			<b>2</b>

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Fórmula aplicable Crédibilidad Total = Fiabilidad + Consecuencia Crédibilidad Total = Fiabilidad + Consecuencia Crédibilidad Total = Fiabilidad + Consecuencia		Crédibilidad Total = Fiabilidad + Consecuencia Crédibilidad Total = Fiabilidad + Consecuencia Crédibilidad Total = Fiabilidad + Consecuencia	
NOMBRE DEL EQUIPO		10QFA32AT001	
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (X)
<b>1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Dispone de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			
<b>2. EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Parada inmediata del sistema o sub-sistema. Pérdida mayor: implica un costo = 300.000 (USD)	9	
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo. Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Parada de equipo. Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación. Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			
<b>3. COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	May alto: costo > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	X
Sub-Total			
<b>4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			
<b>5. FRECUENCIA (NO-COMPLEJIDAD)</b>			
5.1	May deficiente => 3 fallas por año (criterio de "avería" respectiva del completo)	8	
5.2	Deficiente = 2 fallas por año	6	
5.3	Normal = 1 falla por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallas	1	X
Sub-Total			
<b>TOTAL</b>			<b>2</b>

Fórmula aplicable Credibilidad Total = Frecuencia * (No. Fallas) * Consecuencia Credibilidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional * Efecto del fallo) + Coste de Reparación + Impacto en S/M		NOMBRE DEL EQUIPO		PESO		SELECCIÓN (X)		TOTAL	
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		PESO		SELECCIÓN (X)		TOTAL	
1.1	Sin modo aforno de operación; reparación mayor a dos días	4							
1.2	Sin modo aforno de operación; reparación menor a dos días	2							
1.3	Sin modo aforno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1							
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo (respaldo-SPARE-stand by o Modo aforno de operación	0	X						
Sub-Total									
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se define que no hay reparado disponible)</b>									
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema: Pérdida mayor: Implica un costo = 300.000 (USD)	8	X						
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo: Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6							
2.3	Pérdida de equipo: Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD	4							
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación. Sin Pérdidas	1							
Sub-Total									
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>									
3.1	May abo: costo > 50.000 USD	4							
3.2	Abc: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3							
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2							
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1							
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	X						
Sub-Total									
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>									
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8							
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X						
4.3	Sin riesgo	0							
Sub-Total									
<b>FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>									
5.1	May deficiente => 3 fallos por año (cálculo de "avería" repetitiva del equipo)	6							
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5							
5.3	Normal = 1 fallo por año	3							
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X						
Sub-Total									
TOTAL (Credibilidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional * Efecto del fallo) + Coste de Reparación + Impacto en S/M)									2

Fórmula aplicable Credibilidad Total = Frecuencia * (No. Fallas) * Consecuencia Credibilidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional * Efecto del fallo) + Coste de Reparación + Impacto en S/M		NOMBRE DEL EQUIPO		PESO		SELECCIÓN (X)		TOTAL	
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		PESO		SELECCIÓN (X)		TOTAL	
1.1	Sin modo aforno de operación; reparación mayor a dos días	4							
1.2	Sin modo aforno de operación; reparación menor a dos días	2							
1.3	Sin modo aforno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1							
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo (respaldo-SPARE-stand by o Modo aforno de operación	0	X						
Sub-Total									
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se define que no hay reparado disponible)</b>									
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema: Pérdida mayor: Implica un costo = 300.000 (USD)	8	X						
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo: Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6							
2.3	Pérdida de equipo: Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD	4							
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación. Sin Pérdidas	1							
Sub-Total									
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>									
3.1	May abo: costo > 50.000 USD	4							
3.2	Abc: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3							
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2							
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1							
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	X						
Sub-Total									
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>									
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8							
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X						
4.3	Sin riesgo	0							
Sub-Total									
<b>FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>									
5.1	May deficiente => 3 fallos por año (cálculo de "avería" repetitiva del equipo)	6							
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5							
5.3	Normal = 1 fallo por año	3							
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X						
Sub-Total									
TOTAL (Credibilidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional * Efecto del fallo) + Coste de Reparación + Impacto en S/M)									2

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Fórmula aplicable Críticidad Total = Frecuencia * (No-Subsidiar) * Consecuencia Críticidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional) * Efecto del fallo) * Coste de Reparación * Impacto en SHM)			
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		10SCA11A7001	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Disponer de equipo Respaldos-SPARE-stand by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			0
EFFECTO DEL FALLO (Se evaluar que no hay repuesto disponible)			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor: implica un coste = 300.000 (USD)	9	X
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo. Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo: Pérdida baja: coste menor e igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación. Sin Pérdidas	1	
Sub-Total			0
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	May alto: coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	X
Sub-Total			0
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muertes o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	
4.2	Incidentes Humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			0
FRECUENCIA (NO-CONFIABILIDAD)			
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (crítico de "eventos" repetitivos del compo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptimo = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
<b>TOTAL (Críticidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional) * Efecto del fallo) * Coste de Reparación * Impacto en SHM)</b>			<b>2</b>

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Fórmula aplicable Críticidad Total = Frecuencia * (No-Subsidiar) * Consecuencia Críticidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional) * Efecto del fallo) * Coste de Reparación * Impacto en SHM)			
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		10SCA11A7002	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Disponer de equipo Respaldos-SPARE-stand by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			0
EFFECTO DEL FALLO (Se evaluar que no hay repuesto disponible)			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor: implica un coste = 300.000 (USD)	9	X
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo. Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo: Pérdida baja: coste menor e igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación. Sin Pérdidas	1	
Sub-Total			0
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	May alto: coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	X
Sub-Total			0
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muertes o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	
4.2	Incidentes Humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			0
FRECUENCIA (NO-CONFIABILIDAD)			
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (crítico de "eventos" repetitivos del compo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptimo = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
<b>TOTAL (Críticidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional) * Efecto del fallo) * Coste de Reparación * Impacto en SHM)</b>			<b>2</b>

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Críticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia		Críticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia	
Críticidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * (Efecto del Fallo) * (Costo de Reparación) * (Impacto en SHM)		Críticidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * (Efecto del Fallo) * (Costo de Reparación) * (Impacto en SHM)	
NOMBRE DEL EQUIPO			
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (X)
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene en el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Dispono de equipo Respaldo-SPARE-Standard by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			
EFECTO DEL FALLO (Se assume que no hay repuesto disponible)			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor: implica un costo >= 300.000 (USD)	9	X
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: costo menor e igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	
Sub-Total			
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	May alto: costo > 10.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	X
Sub-Total			
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "bueno" repetitivo del campo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			
TOTAL		TOTAL	
10SCAT1A003		10SCA12AC001	

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Críticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia		Críticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia	
Críticidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * (Efecto del Fallo) * (Costo de Reparación) * (Impacto en SHM)		Críticidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * (Efecto del Fallo) * (Costo de Reparación) * (Impacto en SHM)	
NOMBRE DEL EQUIPO			
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (X)
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene en el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Dispono de equipo Respaldo-SPARE-Standard by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			
EFECTO DEL FALLO (Se assume que no hay repuesto disponible)			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor: implica un costo >= 300.000 (USD)	9	X
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: costo menor e igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	
Sub-Total			
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	May alto: costo > 10.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	X
Sub-Total			
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "bueno" repetitivo del campo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			
TOTAL		TOTAL	
10SCAT1A003		10SCA12AC001	

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM		10SCA12AT001	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Si modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Si modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Si modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de operación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Disponer de equipo. Respaldar=SPARE-Standard by o Modo alterno de operación.	0	X
Sub-Total			
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay redundancia disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor implica un coste => 300.000 (USD)	8	X
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	
Sub-Total			
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	May alto: coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	X
Sub-Total			
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Embalses)	8	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			
<b>FRECUENCIA (NO-COMPLEJIDAD)</b>			
5.1	May deficiente => 3 fallos por año (crítico de "eventos" repetitivos del complejo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			
<b>TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM)</b>			

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM		10SCA12AT002	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Si modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Si modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Si modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Disponer de equipo. Respaldar=SPARE-Standard by o Modo alterno de operación.	0	X
Sub-Total			
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay redundancia disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor implica un coste => 300.000 (USD)	8	X
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	
Sub-Total			
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	May alto: coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	X
Sub-Total			
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Embalses)	8	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			
<b>FRECUENCIA (NO-COMPLEJIDAD)</b>			
5.1	May deficiente => 3 fallos por año (crítico de "eventos" repetitivos del complejo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			
<b>TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SHM)</b>			

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (Her-Fiabilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional / Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SIDA		NOMBRE DEL EQUIPO		10SCA21A7002	
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		PESO		SELECCIÓN (X)	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		PESO		SELECCIÓN (X)	
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4			0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2			0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1			0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Dispone de equipo Respaldo-SPARE-stand by o Modo alterno de operación)	0		X	0
Sub-Total				0	
<b>2. EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)</b>					
2.1	Pérdida inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)	9		X	0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6			0
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4			0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1			0
Sub-Total				0	
<b>3. COSTES DE REPARACIÓN</b>					
3.1	May alta: coste > 50.000 USD	4			0
3.2	Alt: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3			0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2			0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1			0
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0		X	0
Sub-Total				0	
<b>4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>					
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Combustión (Derrames o Emisiones)	9			0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2		X	0
4.3	Sin riesgo	0			0
Sub-Total				0	
<b>5. FRECUENCIA (NO-COMPARABILIDAD)</b>					
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avert" repetitiva del completo)	6			0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	0			0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3			0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1		X	0
Sub-Total				0	
<b>TOTAL</b> (Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional / Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SIDA)				<b>2</b>	

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (Her-Fiabilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional / Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SIDA		NOMBRE DEL EQUIPO		10SCA21A7002	
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		PESO		SELECCIÓN (X)	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		PESO		SELECCIÓN (X)	
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4			0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2			0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1			0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Dispone de equipo Respaldo-SPARE-stand by o Modo alterno de operación)	0		X	0
Sub-Total				0	
<b>2. EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)</b>					
2.1	Pérdida inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)	9		X	0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6			0
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4			0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1			0
Sub-Total				0	
<b>3. COSTES DE REPARACIÓN</b>					
3.1	May alta: coste > 50.000 USD	4			0
3.2	Alt: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3			0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2			0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1			0
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0		X	0
Sub-Total				0	
<b>4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>					
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Combustión (Derrames o Emisiones)	9			0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2		X	0
4.3	Sin riesgo	0			0
Sub-Total				0	
<b>5. FRECUENCIA (NO-COMPARABILIDAD)</b>					
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avert" repetitiva del completo)	6			0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	0			0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3			0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1		X	0
Sub-Total				0	
<b>TOTAL</b> (Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional / Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SIDA)				<b>2</b>	

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Costo de Reparación + Impacto en SHM		10SCA22AT002	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD			TOTAL
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Si modo alarme de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Si modo alarme de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Si modo alarme de operación; el proceso se sostiene al tiempo de reparación en tal que no se afectan las procesos siguientes	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Dispones de equipo Respaldos=SPARE-Standard by o Modo alarme de operación	0	X
Sub-Total			0
EFFECTO DEL FALLO (Si alarme que no hay repuesto disponible)			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor; implica un coste => 300.000 (USD)	9	X
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Si consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	
Sub-Total			0
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto; coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0	X
Sub-Total			0
IMPACTO EN LA SEGURIDAD HUMANA Y AMBIENTE (SHM)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Daños a Emisiones)	9	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	X
4.3	Sin riesgo	0	
Sub-Total			0
FRECUCENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del completo)	9	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo) + Costo de Reparación + Impacto en SHM			2

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Costo de Reparación + Impacto en SHM		12EKG01BC100	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD			TOTAL
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Si modo alarme de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Si modo alarme de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Si modo alarme de operación; el proceso se sostiene al tiempo de reparación en tal que no se afectan los procesos siguientes	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Dispones de equipo Respaldos=SPARE-Standard by o Modo alarme de operación	0	X
Sub-Total			0
EFFECTO DEL FALLO (Si alarme que no hay repuesto disponible)			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor; implica un coste => 300.000 (USD)	9	
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Si consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
COSTES DE REPARACIÓN			
3.1	Muy alto; coste > 10.000 USD	4	
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2	X
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			2
IMPACTO EN LA SEGURIDAD HUMANA Y AMBIENTE (SHM)			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Daños a Emisiones)	9	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total			0
FRECUCENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)			
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del completo)	9	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo) + Costo de Reparación + Impacto en SHM			2

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * [(Fiabilidad Operacional) * (Efecto del Fallo) + Costo de Reparación + Impacto en SHM]			
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD			TOTAL
<b>12EK01C001</b>			
<b>5.1 FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Opciones de equipo: Respaldo=SPARE-Standard) o Modo alterno de operación	0	X
<b>Sub-Total</b>			
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se evalúa que no hay reparación disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un costo >= 300.000 USD	8	
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida bajo: costo menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
<b>Sub-Total</b>			
<b>3.1 COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	Muy alto: costo > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	X
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	
<b>Sub-Total</b>			
<b>4.1 IMPACTO EN LA SEGURIDAD, BIENESTAR Y AMBIENTE (SHM)</b>			
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	
4.3	Sin riesgo	0	X
<b>Sub-Total</b>			
<b>5.2 FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>			
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitivo del completo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
<b>Sub-Total</b>			
<b>TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad Operacional) * (Efecto del Fallo) + Costo de Reparación + Impacto en SHM)</b>			<b>2</b>

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * [(Fiabilidad Operacional) * (Efecto del Fallo) + Costo de Reparación + Impacto en SHM]			
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD			TOTAL
<b>12EK05BC100</b>			
<b>5.1 FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Opciones de equipo: Respaldo=SPARE-Standard) o Modo alterno de operación	0	X
<b>Sub-Total</b>			
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se evalúa que no hay reparación disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un costo >= 300.000 USD	8	
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida bajo: costo menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
<b>Sub-Total</b>			
<b>3.1 COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	Muy alto: costo > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	X
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	
<b>Sub-Total</b>			
<b>4.1 IMPACTO EN LA SEGURIDAD, BIENESTAR Y AMBIENTE (SHM)</b>			
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	
4.3	Sin riesgo	0	X
<b>Sub-Total</b>			
<b>5.2 FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>			
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitivo del completo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
<b>Sub-Total</b>			
<b>TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad Operacional) * (Efecto del Fallo) + Costo de Reparación + Impacto en SHM)</b>			<b>2</b>



Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Certeza Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia		Certeza Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia	
Certeza Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional + Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		Certeza Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional + Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA	
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>			
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		12EK06GQ001	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		SELECCIÓN (Y)	
PESO		TOTAL	
1.1	Sin modo alarma de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alarma de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alarma de operación; el proceso se suspende si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Respaldo-SPARE-Stand by o Modo alarma de operación	0	X
Sub-Total		0	
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)	9	0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	0
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total		1	
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	May alto: coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	X
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total		2	
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (ISHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	0
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total		0	
<b>FRECUENCIA (NO-COMPARELADAD)</b>			
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (cambio de "avari" repetitiva del completo)	6	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total		1	
TOTAL (Certeza Total = Frecuencia (No-Fiabilidad Operacional + Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)		2	

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Certeza Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia		Certeza Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia	
Certeza Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional + Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		Certeza Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional + Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA	
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>			
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		12EK08BC100	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		SELECCIÓN (Y)	
PESO		TOTAL	
1.1	Sin modo alarma de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alarma de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alarma de operación; el proceso se suspende si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Respaldo-SPARE-Stand by o Modo alarma de operación	0	X
Sub-Total		0	
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)	9	0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	0
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total		1	
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	May alto: coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	X
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total		2	
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (ISHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	0
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total		0	
<b>FRECUENCIA (NO-COMPARELADAD)</b>			
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (cambio de "avari" repetitiva del completo)	6	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total		1	
TOTAL (Certeza Total = Frecuencia (No-Fiabilidad Operacional + Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)		2	

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Fórmula aplicable Críticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Críticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		12EK08CQ001	
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN(X)
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Repone de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación)	0	X
Sub-Total			0
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)	9	
2.2	Pérdida de equipo con afecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	May alto: coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	X
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			2
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total			0
<b>FRECUENCIA (NO-COMPARABILIDAD)</b>			
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avertir" repetitiva del equipo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
<b>TOTAL (Críticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)</b>			<b>2</b>

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Fórmula aplicable Críticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Críticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		12EK067AA101	
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		PESO	SELECCIÓN(X)
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		TOTAL	
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Repone de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación)	0	X
Sub-Total			0
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un coste >= 300.000 (USD)	9	
2.2	Pérdida de equipo con afecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	May alto: coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	X
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			2
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total			0
<b>FRECUENCIA (NO-COMPARABILIDAD)</b>			
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avertir" repetitiva del equipo)	6	
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
<b>TOTAL (Críticidad Total = Frecuencia * (Fiabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)</b>			<b>2</b>

Fórmula aplicable		Credibilidad Total = Frecuencia (No-Deficiencia) * Consecuencia		Credibilidad Total = Frecuencia * (Deficiencia Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA	
NOMBRE DEL EQUIPO		12EK062AA101		TOTAL	
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (X)	TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
1.1	Si modo alarma de operación; reparación mayor a dos días	4		0	0
1.2	Si modo alarma de operación; reparación menor a dos días	2		0	0
1.3	Si modo alarma de operación; el proceso se sesiona si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1		0	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Opciones de equipo Respaldo-SPARE-Stand by o Modo alarma de operación	0	X	0	0
Sub-Total					
EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)					
2.1	Parada inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor; implica un coste >= 300.000 (USD)	0		0	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0		0	0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4		0	0
2.4	Si consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X	1	1
Sub-Total					
COSTES DE REPARACIÓN					
3.1	Muy alto; coste > 50.000 USD	4		0	0
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3		0	0
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2	X	2	2
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1		0	0
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0		0	0
Sub-Total					
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)					
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0		0	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2		0	0
4.3	Sin riesgo	0	X	0	0
Sub-Total					
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)					
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "evento" repetitivo del equipo)	0		0	0
5.2	Deficiente => 2 fallos año	0		0	0
5.3	Normal => 1 fallo por año	3		0	0
5.4	Óptimo => 0 Fallos	1	X	1	1
Sub-Total					
TOTAL (Credibilidad Total = Frecuencia * (Deficiencia Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)					
				1	2

Fórmula aplicable		Credibilidad Total = Frecuencia (No-Deficiencia) * Consecuencia		Credibilidad Total = Frecuencia * (Deficiencia Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA	
NOMBRE DEL EQUIPO		12EK031AC001		TOTAL	
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (X)	TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
1.1	Si modo alarma de operación; reparación mayor a dos días	4		0	0
1.2	Si modo alarma de operación; reparación menor a dos días	2		0	0
1.3	Si modo alarma de operación; el proceso se sesiona si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1		0	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Opciones de equipo Respaldo-SPARE-Stand by o Modo alarma de operación	0	X	0	0
Sub-Total					
EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)					
2.1	Parada inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor; implica un coste >= 300.000 (USD)	0		0	0
2.2	Parada de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0		0	0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; coste menor o igual a 50.000 USD	4		0	0
2.4	Si consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X	1	1
Sub-Total					
COSTES DE REPARACIÓN					
3.1	Muy alto; coste > 50.000 USD	4		0	0
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD	3		0	0
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD	2		0	0
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	X	1	1
3.5	Muy bajo; menor a 1.500 USD	0		0	0
Sub-Total					
IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)					
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0		0	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2		0	0
4.3	Sin riesgo	0	X	0	0
Sub-Total					
FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)					
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "evento" repetitivo del equipo)	0		0	0
5.2	Deficiente => 2 fallos año	0		0	0
5.3	Normal => 1 fallo por año	3		0	0
5.4	Óptimo => 0 Fallos	1	X	1	1
Sub-Total					
TOTAL (Credibilidad Total = Frecuencia * (Deficiencia Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)					
				1	1

Fórmula aplicable: Criticidad Total = Frecuencia * (No-Disponibilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * (Efecto del Fallo) * Coste de Reparación + Impacto en SMA)		12EK92AC001		TOTAL
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)	
1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL				
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4		0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2		0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1		0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Dispone de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación)	0	X	0
Sub-Total				0
2. EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)				
2.1	Parada inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor; implica un coste >= 300.000 USD)	0		0
2.2	Parada de equipo con afecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0		0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; coste menor e igual a 50.000 USD	4		0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X	1
Sub-Total				1
3. COSTES DE REPARACIÓN				
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4		0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3		0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2		0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	X	1
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0		0
Sub-Total				1
4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)				
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0		0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2		0
4.3	Sin riesgo	0	X	0
Sub-Total				0
5. FRECUENCIA (NO-COMPABILIDAD)				
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (crisis de "venta" repetitiva del ejemplo)	8		0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	6		0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3		0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X	1
Sub-Total				1
<b>TOTAL</b>				<b>1</b>

Fórmula aplicable: Criticidad Total = Frecuencia * (No-Disponibilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * (Efecto del Fallo) * Coste de Reparación + Impacto en SMA)		12KE91AT001		TOTAL
NOMBRE DEL EQUIPO		PESO	SELECCIÓN (X)	
1. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL				
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4		0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2		0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1		0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Dispone de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación)	0	X	0
Sub-Total				0
2. EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)				
2.1	Parada inmediata del sistema o sub-sistema; Pérdida mayor; implica un coste >= 300.000 USD)	0		0
2.2	Parada de equipo con afecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0		0
2.3	Parada de equipo; Pérdida baja; coste menor e igual a 50.000 USD	4		0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X	1
Sub-Total				1
3. COSTES DE REPARACIÓN				
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4		0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3		0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2		0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	X	1
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0		0
Sub-Total				1
4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)				
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0		0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2		0
4.3	Sin riesgo	0	X	0
Sub-Total				0
5. FRECUENCIA (NO-COMPABILIDAD)				
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (crisis de "venta" repetitiva del ejemplo)	8		0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5		0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3		0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X	1
Sub-Total				1
<b>TOTAL</b>				<b>1</b>

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Criticidad Total = Frecuencia * (No-Fiabilidad) * Consecuencia		Criticidad Total = Frecuencia * (No-Fiabilidad) * Consecuencia	
Criticidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMI		Criticidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMI	
NOMBRE DEL EQUIPO		NOMBRE DEL EQUIPO	
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (X)
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Respaldo=SPARE-Stand by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			0
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se evalúa que no hay repuestos disponibles)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistemas; Pérdida mayor: implica un coste => 300.000 USD	9	
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	9	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	X
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	
Sub-Total			1
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total			0
<b>FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>			
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "severidad" repetitiva del compuesto)	6	
5.2	Deficiente => 2 fallos/año	5	
5.3	Normal => 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima => 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
<b>TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMI)</b>			<b>1</b>

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Criticidad Total = Frecuencia * (No-Fiabilidad) * Consecuencia		Criticidad Total = Frecuencia * (No-Fiabilidad) * Consecuencia	
Criticidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMI		Criticidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMI	
NOMBRE DEL EQUIPO		NOMBRE DEL EQUIPO	
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (X)
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan las procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes. Dispone de equipo Respaldo=SPARE-Stand by o Modo alterno de operación	0	X
Sub-Total			0
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se evalúa que no hay repuestos disponibles)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistemas; Pérdida mayor: implica un coste => 300.000 USD	9	
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	9	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			1
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	Muy alto: coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	Muy bajo: menor a 1.500 USD	0	X
Sub-Total			0
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	9	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total			0
<b>FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>			
5.1	Muy deficiente => 3 fallos por año (criterio de "severidad" repetitiva del compuesto)	6	
5.2	Deficiente => 2 fallos/año	5	
5.3	Normal => 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima => 0 Fallos	1	X
Sub-Total			1
<b>TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMI)</b>			<b>0</b>

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Cantidad Total = Frecuencia * (No-Habitabilidad) * Consecuencia	Cantidad Total = Frecuencia * (No-Habitabilidad) * Consecuencia	Cantidad Total = Frecuencia * (No-Habitabilidad) * Consecuencia	Cantidad Total = Frecuencia * (No-Habitabilidad) * Consecuencia
Cantidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SH4	Cantidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SH4	Cantidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SH4	Cantidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SH4
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>			
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		PESO	SELECCIÓN (X)
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>			
1.1	Sin modo alarmo de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alarmo de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alarmo de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Dispone de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alarmo de operación)	0	X
Sub-Total			
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un coste => 300.000 USD	0	
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida bajo coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	May alto: coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	X
Sub-Total			
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total			
<b>FRECUENCIA (NO=CONFIDABILIDAD)</b>			
5.1	May deficiente => 3 fallos por año (criterio de "avaria" respectiva del compojo)	0	
5.2	Deficiente = 2 fallos/año	0	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			
<b>TOTAL (Cantidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SH4)</b>			

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Cantidad Total = Frecuencia * (No-Habitabilidad) * Consecuencia	Cantidad Total = Frecuencia * (No-Habitabilidad) * Consecuencia	Cantidad Total = Frecuencia * (No-Habitabilidad) * Consecuencia	Cantidad Total = Frecuencia * (No-Habitabilidad) * Consecuencia
Cantidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SH4	Cantidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SH4	Cantidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SH4	Cantidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SH4
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>			
FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD		PESO	SELECCIÓN (X)
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>			
1.1	Sin modo alarmo de operación; reparación mayor a dos días	4	
1.2	Sin modo alarmo de operación; reparación menor a dos días	2	
1.3	Sin modo alarmo de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Dispone de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alarmo de operación)	0	X
Sub-Total			
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema; Pérdida mayor: implica un coste => 300.000 USD	0	
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0	
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida bajo coste menor o igual a 50.000 USD	4	
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	X
Sub-Total			
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	May alto: coste > 50.000 USD	4	
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	X
Sub-Total			
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	0	
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	
4.3	Sin riesgo	0	X
Sub-Total			
<b>FRECUENCIA (NO=CONFIDABILIDAD)</b>			
5.1	May deficiente => 3 fallos por año (criterio de "avaria" respectiva del compojo)	0	
5.2	Deficiente = 2 fallos/año	0	
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	X
Sub-Total			
<b>TOTAL (Cantidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * Efecto del Fallo + Coste de Reparación + Impacto en SH4)</b>			

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Fórmula aplicable Críticidad Total = Frecuencia * (No-Disponibilidad) * Consecuencia Críticidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * Efecto del fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMA)		PESO		SELECCIÓN (X)		TOTAL	
NOMBRE DEL EQUIPO							
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD							
1 FLEXIBILIDAD OPERACIONAL							
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días		4				0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días		2				0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene en el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.		1				0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Dispone de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación)		0				0
Sub-Total							
2 EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)							
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistemas; Pérdida mayor; implica un coste >= 300.000 USD		3				0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD		6				0
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida bajo coste menor e igual a 50.000 USD		4				0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas		1				0
Sub-Total							
3 COSTES DE REPARACIÓN							
3.1	May alto; coste > 50.000 USD		4				0
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD		3				0
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD		2				0
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD		1				0
3.5	May bajo; menor a 1.500 USD		0				0
Sub-Total							
4 IMPACTO EN LA SEGURIDAD, BIENESTAR Y AMBIENTE (SHA)							
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)		3				0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales		2				0
4.3	Sin riesgo		0				0
Sub-Total							
5 FRECUENCIA (NO -CONFIDABILIDAD)							
5.1	May deficiente => 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del complejo)		3				0
5.2	Deficiente = 2 fallos/año		3				0
5.3	Normal = 1 fallo por año		3				0
5.4	Óptima = 0 Fallos		1				0
Sub-Total							
TOTAL							

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Fórmula aplicable Críticidad Total = Frecuencia * (No-Disponibilidad) * Consecuencia Críticidad Total = Frecuencia * (Disponibilidad Operacional) * Efecto del fallo + Coste de Reparación + Impacto en SMA)		PESO		SELECCIÓN (X)		TOTAL	
NOMBRE DEL EQUIPO							
Nº FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD							
1 FLEXIBILIDAD OPERACIONAL							
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días		4				0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días		2				0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se sostiene en el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.		1				0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Dispone de equipo Respaldo=SPARE=Stand by o Modo alterno de operación)		0				0
Sub-Total							
2 EFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)							
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistemas; Pérdida mayor; implica un coste >= 300.000 USD		3				0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia; mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD		6				0
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida bajo coste menor e igual a 50.000 USD		4				0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas		1				0
Sub-Total							
3 COSTES DE REPARACIÓN							
3.1	May alto; coste > 50.000 USD		4				0
3.2	Alto; entre 10.000 hasta 50.000 USD		3				0
3.3	Normal; entre 5.000 y 10.000 USD		2				0
3.4	Bajo; entre 1.500 y menor a 5.000 USD		1				0
3.5	May bajo; menor a 1.500 USD		0				0
Sub-Total							
4 IMPACTO EN LA SEGURIDAD, BIENESTAR Y AMBIENTE (SHA)							
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)		3				0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales		2				0
4.3	Sin riesgo		0				0
Sub-Total							
5 FRECUENCIA (NO -CONFIDABILIDAD)							
5.1	May deficiente => 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del complejo)		3				0
5.2	Deficiente = 2 fallos/año		3				0
5.3	Normal = 1 fallo por año		3				0
5.4	Óptima = 0 Fallos		1				0
Sub-Total							
TOTAL							

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Criticidad Total = Frecuencia (No-Habilidad) * Consecuencia		Criticidad Total = Frecuencia (No-Habilidad) * Consecuencia	
Criticidad Total = Frecuencia * (Probabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SIMA		Criticidad Total = Frecuencia * (Probabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SIMA	
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>			
<b>FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD</b>		<b>PESO</b>	<b>SELECCIÓN (X)</b>
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>			<b>TOTAL</b>
1.1	Si modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Si modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Si modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Dispone de equipo Respaldo=SPARE-Stand by o Modo alterno de operación)	0	0
Sub-Total			0
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se define que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor: implica un costo >= 300.000 (USD)	9	0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	0
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	0
Sub-Total			0
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	May alto: costo > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total			0
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	0
4.3	Sin riesgo	0	0
Sub-Total			0
<b>FRECUENCIA (NO=CONFIABILIDAD)</b>			
5.1	May deficiente = 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del complejo)	6	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	0
Sub-Total			0
<b>TOTAL</b>		<b>TOTAL</b>	
		0	0

Fórmula aplicable		Fórmula aplicable	
Criticidad Total = Frecuencia (No-Habilidad) * Consecuencia		Criticidad Total = Frecuencia (No-Habilidad) * Consecuencia	
Criticidad Total = Frecuencia * (Probabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SIMA		Criticidad Total = Frecuencia * (Probabilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SIMA	
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>			
<b>FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD</b>		<b>PESO</b>	<b>SELECCIÓN (X)</b>
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>			<b>TOTAL</b>
1.1	Si modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Si modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Si modo alterno de operación; el proceso se sostiene si el tiempo de reparación es tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes (Dispone de equipo Respaldo=SPARE-Stand by o Modo alterno de operación)	0	0
Sub-Total			0
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se define que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor: implica un costo >= 300.000 (USD)	9	0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo; Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	6	0
2.3	Pérdida de equipo; Pérdida baja: costo menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación; Sin Pérdidas	1	0
Sub-Total			0
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	May alto: costo > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total			0
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidente (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derrames o Emisiones)	8	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	0
4.3	Sin riesgo	0	0
Sub-Total			0
<b>FRECUENCIA (NO=CONFIABILIDAD)</b>			
5.1	May deficiente = 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del complejo)	6	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	5	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	3	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	0
Sub-Total			0
<b>TOTAL</b>		<b>TOTAL</b>	
		0	0



Fórmula aplicable Certeza Total = Frecuencia (No-Habilidad) * Consecuencia Certeza Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SIA		NOMBRE DEL EQUIPO		PESO		SELECCIÓN (X)		TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL									
1.1	0	4	0	0	0	0	0	0	0
1.2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1.3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub-Total								0	
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)</b>									
2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	0	6	0	0	0	0	0	0	0
2.3	0	4	0	0	0	0	0	0	0
2.4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Sub-Total								0	
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>									
3.1	0	4	0	0	0	0	0	0	0
3.2	0	3	0	0	0	0	0	0	0
3.3	0	2	0	0	0	0	0	0	0
3.4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub-Total								0	
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>									
4.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
4.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub-Total								0	
<b>FRECUENCIA (NO-COMPARECENCIA)</b>									
5.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.3	0	3	0	0	0	0	0	0	0
5.4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Sub-Total								0	
<b>TOTAL (Certeza Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SIA)</b>									
Sub-Total								0	

Fórmula aplicable Certeza Total = Frecuencia (No-Habilidad) * Consecuencia Certeza Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SIA		NOMBRE DEL EQUIPO		PESO		SELECCIÓN (X)		TOTAL	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL									
1.1	0	4	0	0	0	0	0	0	0
1.2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1.3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub-Total								0	
<b>EFFECTO DEL FALLO (Se asume que no hay repuesto disponible)</b>									
2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3	0	4	0	0	0	0	0	0	0
2.4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Sub-Total								0	
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>									
3.1	0	4	0	0	0	0	0	0	0
3.2	0	3	0	0	0	0	0	0	0
3.3	0	2	0	0	0	0	0	0	0
3.4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub-Total								0	
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>									
4.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
4.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub-Total								0	
<b>FRECUENCIA (NO-COMPARECENCIA)</b>									
5.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.3	0	3	0	0	0	0	0	0	0
5.4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Sub-Total								0	
<b>TOTAL (Certeza Total = Frecuencia * (Flexibilidad Operacional * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SIA)</b>									
Sub-Total								0	

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * ((No-Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		0	
NOMBRE DEL EQUIPO			
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (S)
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se asienta en el tiempo de reparación a tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Dispongo de equipo Respaldo-SPARE-stand by o Modo alterno de operación	0	0
Sub-Total			
<b>EFFECTO DEL FALLO (Si el equipo que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor implica un coste >= 300.000 (USD)	0	0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo. Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0	0
2.3	Pérdida de equipo. Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación. Sin Pérdidas	1	0
Sub-Total			
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	May alto: coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total			
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derriboes o Emisiones)	0	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	0
4.3	Sin riesgo	0	0
Sub-Total			
<b>FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>			
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del complejo)	0	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	0	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	2	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	0
Sub-Total			
TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia * ((No-Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)			0

Fórmula aplicable Criticidad Total = Frecuencia (No-Fiabilidad) * Consecuencia Criticidad Total = Frecuencia * ((No-Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA		0	
NOMBRE DEL EQUIPO			
Nº	FACTORES PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	PESO	SELECCIÓN (S)
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
1.1	Sin modo alterno de operación; reparación mayor a dos días	4	0
1.2	Sin modo alterno de operación; reparación menor a dos días	2	0
1.3	Sin modo alterno de operación; el proceso se asienta en el tiempo de reparación a tal que no se afectan los procesos siguientes.	1	0
1.4	No afecta de ninguna manera los procesos siguientes Dispongo de equipo Respaldo-SPARE-stand by o Modo alterno de operación	0	0
Sub-Total			
<b>EFFECTO DEL FALLO (Si el equipo que no hay repuesto disponible)</b>			
2.1	Pérdida inmediata del sistema o subsistema. Pérdida mayor implica un coste >= 300.000 (USD)	0	0
2.2	Pérdida de equipo con efecto en el grupo. Pérdida intermedia: mayor a 50.000 USD y menor a 300.000 USD	0	0
2.3	Pérdida de equipo. Pérdida baja: coste menor o igual a 50.000 USD	4	0
2.4	Sin consecuencia en la producción u operación. Sin Pérdidas	1	0
Sub-Total			
<b>COSTES DE REPARACIÓN</b>			
3.1	May alto: coste > 50.000 USD	4	0
3.2	Alto: entre 10.000 hasta 50.000 USD	3	0
3.3	Normal: entre 5.000 y 10.000 USD	2	0
3.4	Bajo: entre 1.500 y menor a 5.000 USD	1	0
3.5	May bajo: menor a 1.500 USD	0	0
Sub-Total			
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>			
4.1	Accidentes (Muerte o Lesiones) y/o Contaminación (Derriboes o Emisiones)	0	0
4.2	Incidentes humanos y/o ambientales	2	0
4.3	Sin riesgo	0	0
Sub-Total			
<b>FRECUENCIA (NO-CONFIDABILIDAD)</b>			
5.1	May deficiente >= 3 fallos por año (criterio de "avería" repetitiva del complejo)	0	0
5.2	Deficiente = 2 fallos año	0	0
5.3	Normal = 1 fallo por año	2	0
5.4	Óptima = 0 Fallos	1	0
Sub-Total			
TOTAL (Criticidad Total = Frecuencia * ((No-Fiabilidad Operacional) * Efecto del Fallo) + Coste de Reparación + Impacto en SMA)			0

# ANEXO 06