

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

ORGANIZACION Y ADMINISTRACION  
DEL MANTENIMIENTO EN  
SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL  
TITULO DE INGENIERO ELECTRICO

MERCI YOLANDA JACOME MOREJON

Quito, Abril de 1993

### CERTIFICADO

Certifico que el presente trabajo de Tesis ha sido realizado en forma total por la Señorita Merci Jácome Morejón.

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read 'Milton Rivadeneira', is written over a horizontal line.

Ing. Milton Rivadeneira  
DIRECTOR DE TESIS

## AGRADECIMIENTO

Agradezco al Ing. Milton Rivadeneira y a cada una de aquellas personas que de una u otra forma colaboraron desinteresadamente, para que este trabajo llegue a su culminación. En especial al Grupo Técnico administrativo de la Central Hidroeléctrica Pucará, por su valiosa ayuda y acertados consejos.

## DEDICATORIA

A mis queridos padres por su amor,  
esfuerzo y apoyo.

ORGANIZACION Y ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO  
EN SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA

I N D I C E      G E N E R A L

INTRODUCCION

		Pág.
<b>CAPITULO I</b>		
<b>GENERALIDADES Y OBJETIVOS</b>		
1.1	Objetivos .....	1
1.2	Alcance .....	2
1.3	Importancia del mantenimiento para la produc- tividad y la confiabilidad .....	3
1.4	Ciclo de mantenimiento .....	6
1.5	Definición de términos .....	8
<b>CAPITULO II</b>		
<b>ASPECTOS            TECNICOS,            ORGANIZACIONALES            Y</b>		
<b>ADMINISTRATIVOS RELACIONADOS CON EL MANTENIMIENTO.</b>		
2.1.	Aspectos Técnicos	
2.1.1	Mantenimiento preventivo y chequeo de condi- ciones .....	14
2.1.2	Incidencia del diseño, adquisición e instala- ción en el mantenimiento .....	16
2.1.3	Chequeo de condiciones en los equipos .....	19
2.2	Aspectos Organizacionales y administrativos	
2.2.1	Introducción .....	21
2.2.2	Organización del mantenimiento .....	24

### CAPITULO III

Pág.

#### ELABORACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

3.1	Introducción .....	42
3.2	Registro y codificación de equipos .....	43
	Clasificación para registro de equipo .....	44
	Índice de Códigos (IC) .....	45
	Ejemplo de Aplicación .....	49
3.3	Instructivo para la elaboración del Manual de trabajo .....	55
3.4	Instructivo para desarrollar el Manual de Procedimientos .....	62
3.5	Programa de Mantenimiento Preventivo	
	Programa Anual de Mantenimiento .....	65
3.5.1	Programa de Indisponibilidad anual por mantenimiento .....	66
3.5.2	Programa de Mantenimiento Preliminar .....	68
3.6	Programación de Recursos.....	72
	Programa anual de mantenimiento en Horas-Hombre .....	73

### CAPITULO IV

#### ADMINISTRACION Y CONTROL DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

4.1	Introducción .....	76
4.2	Flujogramas, Orden de Trabajo, Solicitud de trabajo y reportes.	
	Orden de Trabajo .....	80
	Flujograma de la orden de trabajo .....	83
	Ejemplo de Aplicación .....	49
	Reporte de Trabajo .....	88
	Solicitud de Trabajo .....	100
	Flujograma de la Solicitud .....	104
4.3	Adquisición y control de Stocks .....	106
4.3.1	Instructivo para administración de bodegas....	108

	Pág.	
4.4	Informes	
4.4.1	Informe Técnico Semanal .....	126
4.4.2	Informe Técnico Mensual .....	129
4.5	Sistematización del Programa de Control y Administración del mantenimiento .....	143
4.5.1	Flujograma para control y Administración del mantenimiento.....	146

## CAPITULO V

### EVALUACION TECNICO-ECONOMICA

5.1	Recursos humanos - Administración personal...	156
5.2	Recursos materiales con bodega .....	159
5.3	Control de costos .....	159
5.4	Sistema Automatizado de análisis Técnico-Económico .....	162
5.5	Indices de mantenimiento .....	165
5.6	Indices de medición de los trabajos de mantenimiento .....	175

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Conclusiones y Recomendaciones .....	180
6.2	Bibliografía .....	186
6.3	Anexo 1.....	189

## INTRODUCCION

En el Sector eléctrico, el conseguir una alta disponibilidad operativa de los equipos e instalaciones, es uno de los principales objetivos, por la connotación económica que tiene y por la influencia en la calidad y confiabilidad del suministro del servicio.

Ante la necesidad de tener una alta confiabilidad, es indispensable partir de una adecuada organización del mantenimiento, lo cual tratándose de un Sistema Eléctrico, por su naturaleza compleja y de gran magnitud, requiere de metodologías de organización, administración y control, actuales y prácticas, que establezcan la ruta recomendable a seguir para tener al equipo a su mejor nivel de calidad al servicio eléctrico.

El propósito por el cual se desarrolló la presente tesis, es constituirse en una metodología guía de procedimientos para la Organización y Administración del mantenimiento en los Sistemas Eléctricos de Potencia, que permitirá alcanzar mejores logros en el ejercicio del mantenimiento, sin perder de vista la vida útil de los equipos y la probabilidad de falla, esto ajustado a la cantidad necesaria de mantenimiento más económica.

El trabajo recoge los criterios de los Ingenieros de la Central Hidroeléctrica Pucará, que han prestado su apoyo en la estadía del graduando en la misma Central, y servirá de proyecto a implantarse en esta y otras Unidades Operativas.

Esta metodología a más de aplicarse al sector eléctrico es útil y manejable para cualquier Empresa o Institución, cuyo interés sea mejorar la administración y control del mantenimiento.

# CAPITULO I

## 1.- GENERALIDADES Y OBJETIVOS

### 1.1.- Objetivos

#### *Objetivos Generales*

Elaborar e implementar un sistema de administración del mantenimiento en los Sistemas Eléctricos de Potencia, que permita planificar, programar, ejecutar, inspeccionar, controlar y evaluar todas las actividades relacionadas con el mantenimiento, a fin de lograr la normalización y optimización de los recursos técnicos y económicos.

#### *Objetivos Específicos*

- Definir en forma conceptual la estructura de la organización del mantenimiento, que tendrá la responsabilidad de la administración del sistema y la conservación de las instalaciones y equipos.
- Definir las responsabilidades y funciones básicas de las áreas que integran el organigrama estructural que ejecuta el mantenimiento.
- Configurar un sistema racional de mantenimiento, que permita una adecuada administración y control mediante programación óptima de recursos.
- Fijar parámetros esenciales y elaborar el diseño conceptual de los sistemas administrativos de apoyo:
  - Control de trabajo.

- Control de equipos e instalaciones.
  - Control de recursos humanos y materiales.
  - Control de costos
- 
- Determinar requisitos necesarios para la sistematización del sistema de administración.

### 1.2.- Alcance

Esta metodología se la ha estructurado en cinco capítulos, los cuales contemplan lo siguiente:

En el primer capítulo se describen definiciones y conceptos de términos que se manejan en el ejercicio del mantenimiento con el fin de concientizar su importancia económica y de tener claros los conceptos asociados al mantenimiento.

El segundo capítulo abarca aspectos técnicos, organizacionales y administrativos que una Empresa debe considerar para el mantenimiento. Resalta la importancia que tiene la existencia de un organigrama estructural, para el cumplimiento de los objetivos planteados, en donde se identifiquen funciones, responsabilidades, jerarquías de cada puesto para evitar confusiones.

El tercer capítulo se refiere a los pasos y requerimientos secuenciales que se debe dar par la realización del Programa de mantenimiento, ya que éste es la base para el desarrollo del Sistema de Administración y control.

El cuarto capítulo desarrolla el sistema de Administración y control que canaliza, planifica y programa

la demanda de trabajo.

El quinto capítulo se desarrolla con el fin de contar con una medida en el ejercicio de la planeación y ejecución de las actividades de mantenimiento, describiendo en forma conceptual criterios que permitan evaluar y comparar dichas actividades de manera que los resultados obtenidos retroalimenten el ciclo de trabajo.

### 1.3.- Importancia del mantenimiento para la productividad y la confiabilidad.

Cuando el suministro de bienes y servicios es limitado, con una población y demanda crecientes, resulta inevitable un aumento en el precio de construcción en las plantas de producción.

Es por lo tanto, necesario y conveniente mantener el equipo existente en lugar de comprar equipo nuevo, y esto constituye una de las razones para incentivar el interés sobre mantenimiento e "Ingeniería de Confiabilidad".

La Ingeniería de Confiabilidad y el mantenimiento abarca aspectos relacionados con tecnología, economía, sistemas y otros métodos empleados para lograr los mínimos costos posibles en el tiempo de vida de la planta, maquinaria y equipo.

Otra razón que justifica el gran interés en mantenimiento e Ingeniería de confiabilidad, es dar soporte técnico a la mecanización y automatización que esta en marcha.

Tradicionalmente se requirió una gran cantidad de personal para la producción, mientras que para el

mantenimiento, utilizaron mínimos recursos.

Los métodos modernos de producción necesitan de un menor número de operadores, pero de un mayor número de personal práctico en mantenimiento. La planeación moderna de los mantenimientos exige de la revisión permanente de los objetivos, métodos y procedimientos de trabajo, de tal manera que permita alcanzar mejores metas en el ejercicio del mismo, sin perder de vista la rentabilidad del equipo en función de su confiabilidad.

El servicio de mantenimiento es a menudo considerado más favorable respecto a otras medidas, y se lo toma en primer lugar debido a que:

- Incrementa la confiabilidad operacional.
- Reduce los costos relacionados con la producción.

La confiabilidad debe ser la que guíe el ejercicio del mantenimiento, tomando en cuenta la vida útil y económica de equipo en base al tiempo de servicio y a la probabilidad de falla.

La cantidad adecuada de mantenimiento, debe ser aquella que resulte más económica, así:

- 1.- Un mantenimiento exagerado no es económico por los costos indirectos y de administración involucrados; además, los paros del equipo son tan frecuentes que alteran el flujo de la operación.

La confiabilidad se mantiene más o menos alta y la vida útil se prolonga.

El aumento de confiabilidad y vida paga con

dificultad los costos por un mantenimiento exagerado, y además, es probable que la vida económica sea más corta que la vida útil, habiéndose desperdiciado esfuerzos en el mantenimiento de un equipo que se retira de operación por otras razones.

- 2.- Un mantenimiento pobre tampoco es económico, ya que la pérdida de confiabilidad es muy grande y por lo tanto se incurre en riesgos considerables.

Las tareas de mantenimiento resultan muy caras ya que el deterioro de las partes va más allá del calculado en diseño, llegándose a sustituir componentes a las cuales de haberles proporcionado mantenimiento antes, solo hubieran requerido un reajuste.

Es muy probable que las partes de refacción no estén disponibles; así, lo común es que las tareas se retrasen días enteros en su espera.

- 3.- El mantenimiento adecuado o económico considera el estudio probabilidad de falla, riesgo por falla, necesidad de continuidad de operación, costo o disponibilidad de refacciones etc..

Un mantenimiento adecuado también es provechoso en la forma de mejorar el ambiente de trabajo, en ofrecer seguridad humana y disminuir la tensión.

El resultado sobre la calidad del trabajo ejecutado por el personal de mantenimiento tiene un efecto de acrecentar la productividad de la Empresa o Institución.

El objetivo del mantenimiento es:

" Llevar a cabo el correcto nivel de confiabilidad operacional y mejorar la seguridad personal al mínimo costo. " <sup>1</sup>

Este objetivo podría también ser descrito como un ensayo para lograr la confiabilidad operacional óptima, es decir la confiabilidad operacional más económica al costo más bajo.

Un correcto mantenimiento extiende la vida del equipo. Esto significa que los fondos empleados en adquirir equipo nuevo, podrían ser usados para otros propósitos dentro de la Empresa o Institución.

#### 1.4.- Ciclo de mantenimiento

La continuidad del ciclo de mantenimiento, para cada tipo de equipo se determina por las condiciones de operación, su construcción, calidad del mantenimiento, instrucciones del fabricante y normas de explotación.

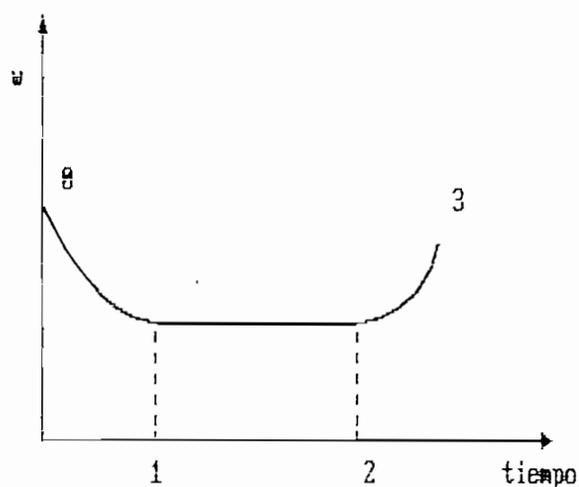
" Un estudio de muchos sistemas durante su vida normal demuestran que la frecuencia de falla de los mismos sigue un patrón más o menos determinado " <sup>2</sup> , cuya representación se denomina "Curva de la Bañera" <sup>3</sup> , ver figura 1.1. A partir de la cual se definirá el ciclo de mantenimiento.

---

<sup>1</sup> IDHAMMAR FORLAG AB, Maintenance and Reliability, Suecia, 1986, p. 15.

<sup>2</sup> Ing. Alfredo Mena Pachano, Confiabilidad de Sistemas de Potencia, Quito, 1986, p. 30.

<sup>3</sup> IDHAMMAR FORLAG AB, MAINTENANCE AND REABILITY, Suecia, 1986, p. 30.



*Fig. 1.1 Frecuencia de falla*

Donde:

$w$  Frecuencia de falla del equipo

$t$  Tiempo de explotación del equipo

Períodos:

- 0 - 1 Período inicial (Período llamado de mortalidad infantil).- Presenta una frecuencia de falla de un valor muy alto y además es decreciente con el tiempo. Esto se debe a la influencia de defectos de fabricación o a daños producidos en el transporte o en el montaje.
- 1 - 2 Período útil.- La frecuencia de falla tiende a estabilizarse en un valor constante durante el llamado período de operación en el cual las fallas son de carácter aleatorio y por tanto impredecibles como vibración, efectos climáticos, etc.
- 2 - 3 Período final (vejez).- Se caracteriza por una frecuencia creciente de fallas. La causa de fallas en este período es el cansancio de los

materiales y su deterioro debido a los esfuerzos a los que estuvo sometido en los periodos precedentes. Por lo tanto disminuye la confiabilidad.

El ciclo de mantenimiento es un periodo de tiempo de operación comprendido entre los puntos 1 y 2, durante el cual se efectúa el servicio técnico del mantenimiento y el mantenimiento rutinario. En el límite de este periodo ( punto 2 ) se debe intervenir el equipo con el fin de evitar que disminuya rápidamente la confiabilidad, es decir realizar el mantenimiento mayor del equipo.

#### 1.5.- Definición de términos

**Confiabilidad operacional.**-Es una medida del funcionamiento del equipo en términos de la capacidad para operar sin problemas bajo ciertas condiciones externas.

En parte depende de las características del sistema técnico (la unidad o máquina), y en parte de la eficiencia del mantenimiento.

**Disponibilidad.**- La disponibilidad de un dispositivo reparable (componentes que pueden ser reparados), es la proporción del tiempo, dentro de un proceso estacionario, el dispositivo esta en servicio o listo para el servicio.

**Vida útil Nominal.**- El periodo de vida útil nominal promedio de los bienes, está determinado por la duración verificada de los bienes en condiciones de operación normales.

**Mantenimiento.**- Es el conjunto de actividades o acciones

encaminado a mantener y recuperar la confiabilidad de los equipos, garantizando la máxima disponibilidad de los mismos, conservándolos en óptimas condiciones de operación.

#### Tipos de mantenimiento por su naturaleza (7)

**Mantenimiento preventivo.**- Es el mantenimiento constituido por el conjunto de trabajos a realizar en un equipo, con el fin de prevenir el desgaste progresivo y posibles fallas, averías. Requiere de una organización para cumplir grandes grupos de funciones como planificación, programación, ejecución, control y evaluación. De esta manera se garantiza un servicio confiable, seguro y económico.

El mantenimiento preventivo en función de las actividades ha realizarse se clasifica en:

Servicio Técnico.- Es una de las actividades más importantes del plan de conservación de las instalaciones, que se lleva a cabo para conservar la capacidad de trabajo del equipo durante la explotación. Prevé el cuidado de los equipos, la realización de inspecciones, la vigilancia sistemática de su estado; el control de regímenes de trabajo, la observación de las normas de explotación, instrucciones del fabricante e instrucciones locales de explotación; incluyendo regulación limpieza y lubricación, eliminación de pequeñas fallas que no requieren desconexiones de los equipos.

El servicio técnico se lo realiza con el personal de operación y/o con personal de mantenimiento y

debe ser planificado, previsto en documentos con orden y periodicidad (inspecciones, pruebas, limpieza etc.)

Mantenimiento Rutinario.- Es aquel que se lo realiza entre los mantenimientos mayores, en un orden planificado, antes del apareamiento de la falla, cuando el equipo todavía puede trabajar por un tiempo dentro del ciclo de mantenimiento.

Se lo ejecuta dentro del proceso de explotación, mediante limpieza, chequeos, cambio de piezas de desgaste rápido y en algunos casos con la afinación o puesta a punto; mantiene el equipo en condiciones óptimas, conservando su capacidad de trabajo durante el ciclo de mantenimiento.

Este mantenimiento requiere que se pare la máquina y se desconecta de la red para su cumplimiento. En la mayoría de partes componentes del equipo el trabajo se lo realiza sin el desmontaje completo de los conjuntos básicos del mismo.

Mantenimiento Mayor.- Es el más completo y complejo por su volumen, se lo realiza con el fin de restablecer las condiciones y capacidad de trabajo del equipo, se efectúa un desmontaje completo, la reparación o cambio de piezas de los conjuntos básicos que se los encontró con defectos o desgastes.

Se realiza la regulación, el afinamiento o puesta a punto y un plan completo de pruebas, de acuerdo a las instrucciones de explotación, hasta recuperar todas las características y parámetros nominales,

garantizando la capacidad de trabajo del equipo hasta el próximo mantenimiento mayor.

El mantenimiento mayor requiere poner fuera de servicio al equipo y desconectarlo de la red, incluye la realización de todos los trabajos del mantenimiento rutinario más trabajos complementarios.

El listado final completo de los trabajos que se tienen que realizar en los mantenimientos mayores de los equipos primarios, se lo obtiene en base a los reportes de falla, elaborado en el último ciclo de mantenimiento rutinario.

Los mantenimientos que deben realizar los grupos de ejecución del mantenimiento a equipos de la unidad operativa, pero que no están en el plan de mantenimiento preventivo, y que aunque no hayan fallado se considera necesaria su intervención, deberán ser evitados en lo posible y se los incluirá en el plan anual con un asterisco.

**Mantenimiento Correctivo.**— Es aquel que en contrapuesta con el preventivo representa lo indeseable a la productividad, ya que su aplicación se origina por falla en el equipo rompiendo la continuidad de servicio en cualquier momento.

**Mantenimiento Predictivo.**— Es el mantenimiento constituido por el conjunto de trabajos que se realizan en un equipo en base a actividades previas de diagnóstico obtenida del análisis de síntomas, que puede llegado el caso, modificar el alcance, la frecuencia y la duración del mantenimiento preventivo.

### Codificación de los tipos de mantenimiento

Con el fin de unificar el lenguaje utilizando en las diferentes tareas del mantenimiento dentro del Sistema Nacional Interconectado se utilizarán los siguientes códigos:

MP	Mantenimiento Preventivo
MC	Mantenimiento Correctivo
S	Servicio de mantenimiento
R	Mantenimiento rutinario
M	Mantenimiento mayor

### Areas de Mantenimiento

Grupos de personal técnico por especialidad que intervienen directamente los equipos.

La codificación de las áreas de mantenimiento es la siguiente:

MM	Mantenimiento Mecánico
ME	Mantenimiento Eléctrico
ML	Mantenimiento Electrónico e Instrumentación
MC	Mantenimiento Civil

### Codificación de departamentos

**Operación (OP).**— En esta metodología se refiere a la función "Propietaria" de las instalaciones y equipos que conforman la Unidad Operativa.

**Mantenimiento (MA).**— Identifica a la función de servicio a Operaciones, cuya responsabilidad es la de llevar a cabo acciones de mantenimiento y conservación de instalaciones

y equipos, bajo la autorización de sus propietarios.

**Administración (AD).**— Identifica aquella función cuya responsabilidad es el establecimiento de Sistemas y procedimientos administrativos.

En la tabla 1.1 se resumirán los tipos de mantenimiento y sus características referenciales:

	POR SU NATURALEZA	POR SU CONDICION OPERATIVA	POR SU NIVEL DE INCERTIDUMBRE	POR SU ALCANCE	POR SU FRECUENCIA	POR SU DURACION
MANTENIMIENTO	PREVENTIVO	PARADA	PROGRAMADO	MAYOR (M)	CADA 4 AÑOS	COMUNENTE 60 DIAS
				MEJOR	ANUAL SEMESTRAL	COMUNENTE 30 DIAS COMUNENTE 10 DIAS
	CORRECTIVO	OPERANDO	PROGRAMADO	RUTINARIO	DIARIO SEMANTAL MENSUAL BIMENSUAL ANUAL,ETC	
					PENDIENTE POR PARAR FORZADO	
		OPERANDO	PROGRAMADO	CON DECREMENTO		
				SIN DECREMENTO		
PREDICTIVO	PARADA	PROGRAMADO	PROGRAMADO			
			NO PROGRAMADO			
PREDICTIVO	OPERANDO	PROGRAMADO	PROGRAMADO			
			NO PROGRAMADO			

Tabla 1.1. Definición y clasificación de mantenimientos.

## CAPITULO II

### 2.- ASPECTOS TECNICOS, ORGANIZACIONALES Y ADMINISTRATIVOS RELACIONADOS CON EL MANTENIMIENTO.

#### 2.1.- Aspectos Técnicos

##### 2.1.1. Mantenimiento Preventivo y Chequeo de condiciones

El mantenimiento preventivo (MP) puede subdividirse en dos grupos: el mantenimiento preventivo directo y el mantenimiento preventivo indirecto.

El mantenimiento preventivo directo cuando existe la orden de parar, este trabajo sirve para prevenir fallas que ocurrieron. Por ejemplo limpieza, lubricación, reemplazos programados y renovaciones programadas.

Como ejemplos de mantenimiento preventivo indirecto o chequeo de condiciones, se consideran a todas las medidas empleadas con el fin de descubrir defectos en el funcionamiento, antes que estos se desarrollen en disturbios operacionales o daños innecesarios.

El chequeo de condiciones puede ser frecuentemente realizado sin necesidad de parar el equipo y sin llegar a desmantelamientos costosos.

Un sistema de mantenimiento preventivo tendría una mejor planificación si parte de los resultados obtenidos en el mantenimiento preventivo indirecto.

### *Efectos de practicar chequeo de condiciones de funcionamiento.*

Muchas organizaciones aplican " Mantenimiento preventivo periódico", basados en medidas programadas directas y como resultado se dan interrupciones, antes que realmente estas sean necesarias.

Si el MP está basado en el chequeo de condiciones de operación, ocasiona pocas paradas de producción, consecuentemente el consumo de materiales es menor en el número de reemplazos, generando un costo total más bajo con relación al que se obtendría de aplicar MP sin chequeo del estado o condición de funcionamiento.

### *Clasificación de fallas en los Sistemas Eléctricos de Potencia por su eventualidad.*

El chequeo de condiciones de operación ofrece el medio por el cual se obtiene un considerable ahorro, pero no para aquellas fallas que se originan dentro de ciertas circunstancias o desarrollos, en tal forma que no sean detectadas a tiempo en la etapa de chequeo.

A continuación se detallan los diferentes tipos de fallas:

**Fallas al azar.**- Su ocurrencia es irregular y se da por completo, distribuidas en el tiempo de tal forma que no puedan ser previstas, Un ejemplo de falla al azar se obtiene como consecuencia de una sobrecarga transitoria.

Las fallas al azar pueden dividirse en:

Con desenvolvimiento en el tiempo.- Pueden detectarse a través del chequeo de condiciones de

funcionamiento. Si la máquina o equipo es importante, y la falla se desarrolla en tiempos cortos es recomendable un chequeo continuo.

Sin desenvolvimiento en el tiempo.- Podrían no ser detectadas a través del chequeo de condiciones, tales fallas pueden originarse como consecuencia de la instalación y diseño, falta de materiales, una operación incorrecta.

**Fallas recurrentes.**- Tienen una secuencia de desarrollos progresivos. Como ejemplo de sus causas son: desgastes, grietas que producen cambios en los materiales, cristalización de materiales, etc.

Las fallas recurrentes se dividen en:

Con desenvolvimiento en el tiempo.- Detectadas en el chequeo de condiciones, en los intervalos necesarios entre chequeos podrían ser estables.

Sin desenvolvimiento en el tiempo.- Se previenen a través de reemplazos o reparaciones a tiempo.

#### 2.1.2. Incidencia del diseño, adquisición e instalación en el mantenimiento.

##### Diseño

Realmente los trabajos de mantenimiento se determinan durante la etapa de diseño, de ahí que los diseñadores deben estar informados acerca de las experiencias obtenidas en los trabajos de mantenimiento preventivo realizados a equipos similares, con el propósito de reducir los requerimientos de mantenimiento.

Los diseñadores seleccionarán materiales y partes adecuadas relacionadas a la maquinaria y equipo. Además estar enterados sobre aspectos que cubren y requieren las condiciones de chequeo.

Los fabricantes del equipo deben considerar que las partes sean fácilmente removidas cuando se realice mantenimiento preventivo o alguna reparación.

Por lo tanto un gran número de problemas y costos considerables pueden ser eliminados, si los diseñadores tuviesen mejores conocimientos acerca de las dificultades que se presentan en la ejecución de los trabajos de mantenimiento.

### Adquisición

Cuando se adquiere equipo nuevo es importante considerar la calidad del mismo, desde el punto de vista de mantenimiento. Ya que equipo barato podría requerir considerables costos en cuanto a mantenimiento, mientras que un equipo con precio alto de adquisición necesite poco mantenimiento.

El precio de adquisición es una parte del costo total, es decir que al precio de adquisición se agrega el costo que surja en conexión con el equipo desde el principio hasta el fin de su vida útil.

El costo del tiempo de vida útil esta influenciado por los siguientes factores:

- Costos de mantenimiento
- Pérdidas en la producción como resultado de las interrupciones operacionales.
- Costos creados por los cambios realizados.

- Depreciación (proceso por el cual un equipo disminuye su valor y utilidad, debido al uso, desgaste con el tiempo).
- Interés
- Valor residual (Valor del equipo en el momento de ser puesto fuera de servicio)
- Costos de Operación

Los costos de mantenimiento constituyen el mayor componente del costo total de la vida útil. En algunos casos los costos de mantenimiento pueden ser muy exagerados. Además es importante considerar estos costos en las etapas iniciales de planificación. Los costos totales de producción están vinculados con la confiabilidad operacional.

Para capacitar la realización de la evaluación de adquisición de equipo, es necesario registrar experiencias con equipos similares. Sin embargo debido a que el avance técnico crece rápidamente, es frecuente encontrar en el mercado un equipo nuevo que se desee adquirir y no se disponga datos en cuanto al uso de éste. No obstante es importante, que aquellos con experiencia práctica y teórica sobre mantenimiento, deberían participar en los procesos de adquisición de equipo nuevo, considerando el costo de la vida útil.

### Instalación

Rara vez se tiene tiempo y oportunidad de ver la influencia que ejerce en el diseño, el uso de una pieza determinada. Sin embargo esto influencia en la manteneabilidad, porque se toma en cuenta el tiempo en que fue instalado.

Un número conveniente de medidas preventivas pueden considerarse cuando el equipo es instalado, es decir en

el montaje.

El equipo debe ofrecer un acceso fácil para realizar el chequeo de condiciones de operación, trabajos de operación y otros trabajos de mantenimiento.

Desafortunadamente, también es común el que no se consulte al departamento de mantenimiento, sino hasta momentos antes en que el equipo va a ser instalado. La experiencia muestra que muchos problemas pueden ser evitados si aspectos de mantenimiento fuesen considerados desde la etapa de instalación.

### 2.1.3. Chequeo de condiciones en los equipos

#### *Percepciones subjetivas y objetivas*

La mayoría de chequeos de condiciones de funcionamiento, pueden ser considerados como chequeos subjetivos o chequeos objetivos.

Con el chequeo subjetivo los resultados dependen de la persona que realiza el chequeo e interpreta dichos resultados. Ruido, temperatura o apariencia visual, pueden interpretarse en forma diferente por varias personas, dependiendo de la experiencia que tengan.

El chequeo objetivo en cambio emplea varios instrumentos y ayudas para establecer medidas específicas, valores que indiquen el estado de los equipos. Este chequeo puede ser efectuado mientras el equipo esta funcionando, que esto naturalmente es preferible, dado un costo razonable. Desafortunadamente esto, no siempre es posible.

Muchas organizaciones es a menudo necesario el empleo de percepciones subjetivas, y el personal debe realizar las

como una tarea calificada.

*Puntos importantes de chequeo*

Dentro de los puntos importantes a chequear en equipo eléctrico están:

- Aislamiento
- Puesta a Tierra
- Rigidez dieléctrica
- Estado físico
- Contactos y conexiones
- Corriente de arranque y trabajo
- Voltajes
- Velocidad y frecuencia
- Factor de potencia
- Relación de transformación
- Niveles y estado del aceite
- Tiempos de apertura y cierre
- Calibración
- Fugas
- Densidad
- Ventilación
- Temperaturas
- Distancias mínimas de seguridad, etc.

y en equipos mecánicos asociados a los equipos Eléctricos:

- Vibraciones
- Espesor
- Ruidos
- Juntas y acoples
- Hermeticidad
- Alineamiento y paralelismo
- Presión
- Filtros de aire y aceite
- Humedad
- Rodamientos, pernos y chumaceras
- Tensión de bandas
- Sellos
- Engrase
- Lubricación
- Estado
- Deslizamientos
- Sujeción y movilidad
- Anclajes
- Carrera y juego de partes móviles
- Torque, etc.

El chequeo subjetivo de condiciones de funcionamiento, puede mejorarse a través del uso apropiado de instrumentos y ayudas concernientes al ejercicio del mismo. Estos instrumentos y ayudas pueden ser: Vibrómetros, estroboscopios, estetoscopio, etc.

## 2.2.- Aspectos organizacionales y administrativos

### 2.2.1 Introducción

La planificación organizacional debe estar basada sobre las metas de la Empresa o Institución. Ya que el propósito de la organización, esta como un todo donde cada una de sus partes debería contribuir a la obtención de los objetivos de la Institución con un mínimo de consecuencias o costos imprevistos.

Por lo tanto una organización será efectiva si proporciona a un grupo de individuos los medios organizacionales para alcanzar los objetivos de la Institución o Empresa.

Además cabe indicar que una Institución debe practicar una organización dinámica de tal manera que se ajuste a los cambios que se presenten.

La Institución constará de áreas, las mismas que definirán grupos de trabajo, estableciendo sus funciones y jerarquias así como obligaciones y responsabilidades.

Es oportuno indicar que para hacer menos complicado el ejercicio de la planificación, la organización debe ser simple, evitando la multiplicidad de categorías que complican la delegación de funciones y autoridad.

En vista de que el tema está dirigido al sector eléctrico, específicamente a los Sistemas Eléctricos de Potencia, mismos que están conformados por los Sistemas de Generación, Transmisión, Subestaciones y Líneas.

En nuestro país se identifica al Sistema Nacional Interconectado como el poseedor de los sistemas descritos, por lo tanto hay que indicar que la DOSNI (Dirección de Operación del Sistema Nacional Interconectado), trabaja con una estructura organizacional responsable de su operación, mantenimiento y administración.

La DOSNI está conformada por las Superintendencias de Producción-Transporte, Movimiento de Energía, Administrativa-Financiera y el Centro Nacional de Control de Energía como se indica en la figura 2.1.

La Superintendencia de Producción y Transporte, es responsable de la explotación de las Centrales de Generación, Líneas de Transmisión y Subestaciones que conforman el Sistema Nacional Interconectado, cumpliendo sus funciones a través de las Unidades Operativas como ejecutoras de las actividades de Operación y Mantenimiento; además supervisión, control y asistencia técnica a través de las Superintendencias de Generación Hidroeléctrica, Generación Termoeléctrica y de Líneas de Transmisión y Subestaciones.

### 2.2.2 Organización del mantenimiento

Nuestro objetivo, es organizar a las Unidades Operativas encargadas del ejercicio del mantenimiento, con la finalidad de exponer con detalle la estructura de ésta señalando los puestos y la interrelación que existe entre ellos, ilustrando la dependencia orgánica.

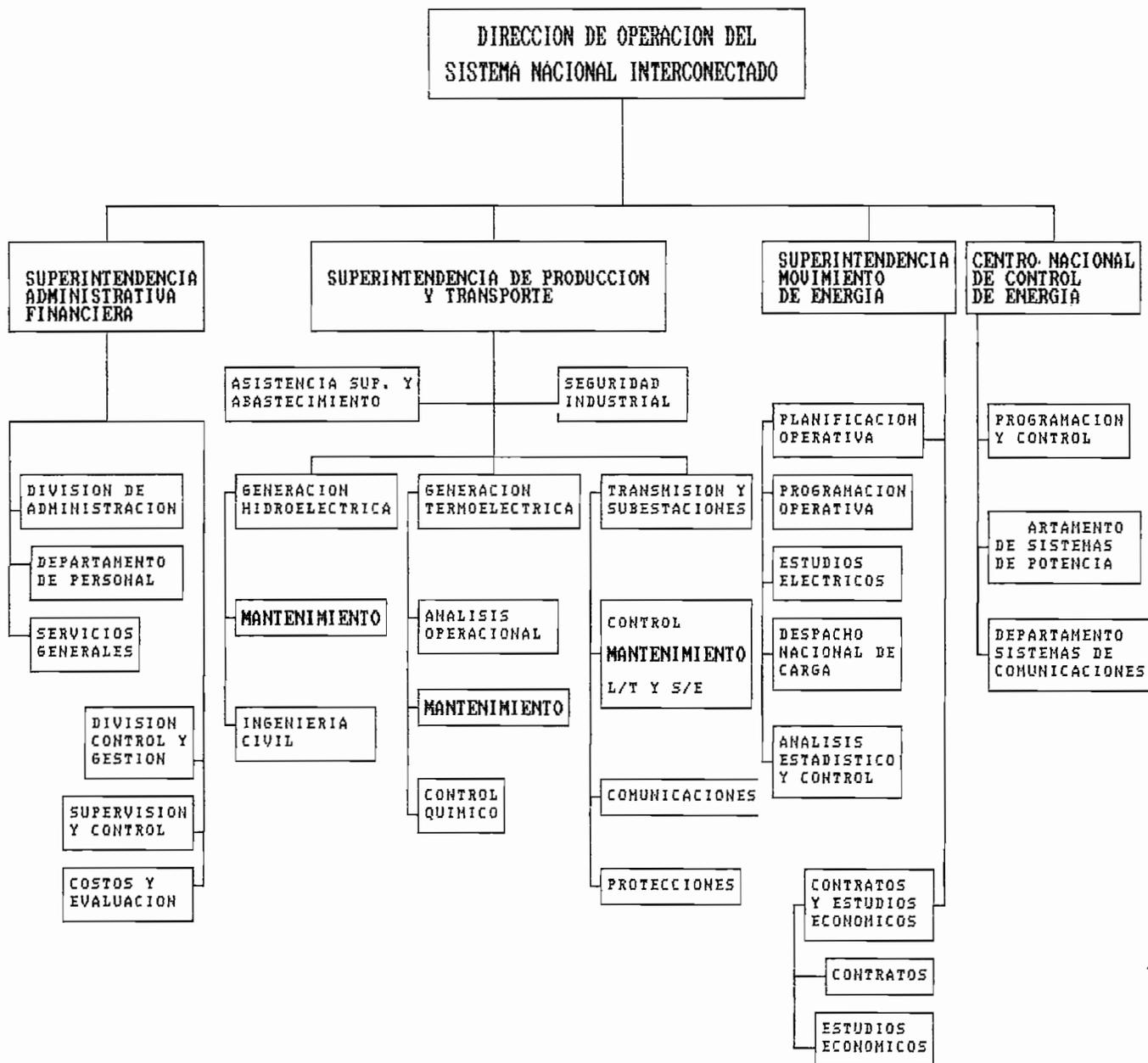


fig. 2.1.- ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA DIRECCION DE OPERACION DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADOS.

Es posible que se presente el caso, que el mantenimiento de una determinada Unidad Operativa se lo realice a través de una Compañía que ofrezca este servicio, a esta Compañía o cualquier empresa le servirá la información de esta metodología de organizar el mantenimiento, por los principios elementales sobre los cuales se basa.

### *Estructura Organizacional*

Es conveniente que la estructura de la organización del mantenimiento reúna las siguientes condiciones:

- Deberá ser la más simple posible, que cumpla con los principios fundamentales previstos para la organización.
- El número de niveles jerárquicos es recomendable que sea el mínimo práctico.
- El alcance de supervisión sea tan grande como prácticamente posible.
- Las funciones deben ser asignadas de tal manera que no generen conflictos de responsabilidad ni duplicación de esfuerzos.
- La estructura debe permitir que cada persona se reporte directamente a una sola persona.
- El personal fijo requerido para el mantenimiento debe ser el mínimo.

Considerando lo anotado, la estructura organizacional recomendada del mantenimiento, se indica en la figura 2.2, la misma que está constituida por:

La Jefatura Técnica que dependerá directamente del Jefe de la Unidad Operativa, con el fin de que lleve a efecto

la organización general de las áreas de Mantenimiento y Operación.

El área de mantenimiento está conformada por las siguientes Jefaturas:

- 1.- Jefatura de Mantenimiento Mecánico
- 2.- Jefatura de Mantenimiento Eléctrico
- 3.- Jefatura de Mantenimiento Instrumentación y Control
- 4.- Jefatura de mantenimiento Civil

Estas jefaturas, tendrán todas una dependencia directa del Jefe Técnico y estarán dirigidas por un jefe.

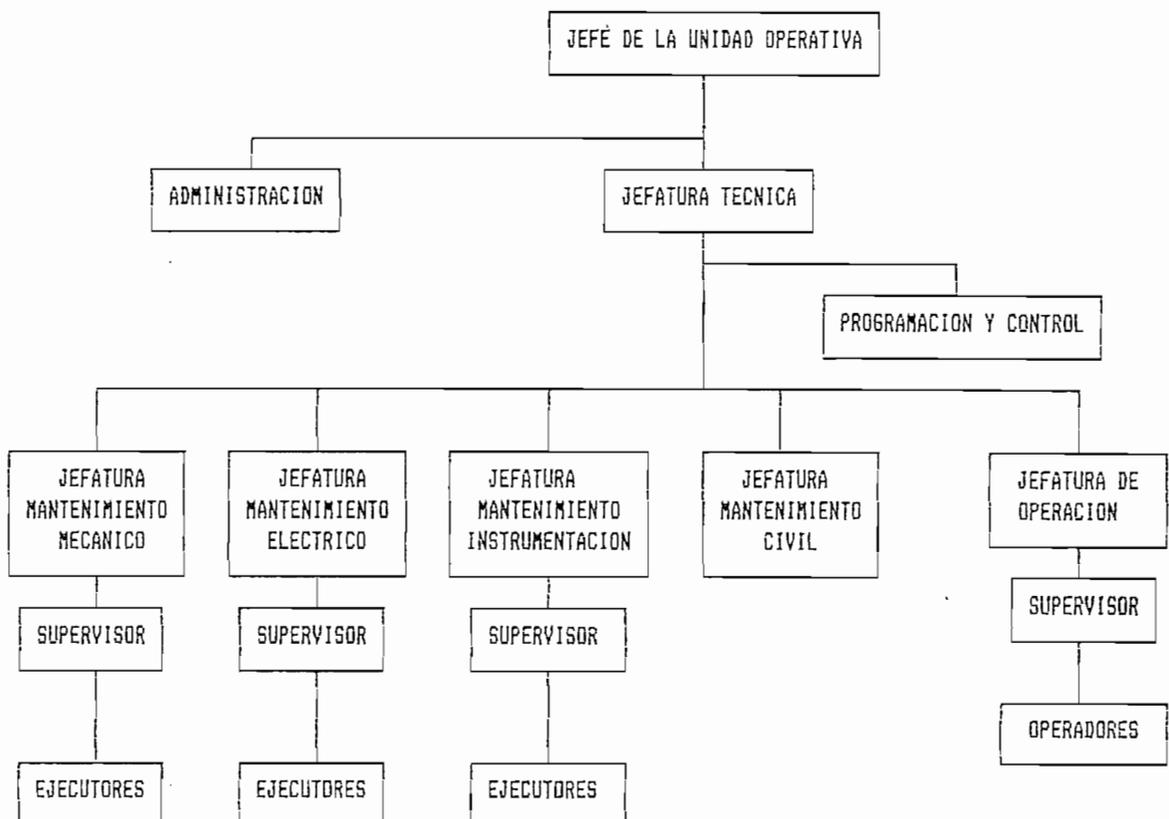


Fig. 2.2. Organigrama estructural de la Unidad Operativa

Programación y Control constituye un servicio de apoyo administrativo al Jefe técnico en la labor de planeación, programación y control de las actividades de mantenimiento en coordinación con el área de Operación.

El área Civil se encarga de los Programas de Mantenimiento Civil.

### *Funciones y Responsabilidades*

#### Jefe de la Unidad Operativa

##### Función

Planificar, organizar y supervisar el desarrollo de actividades técnicas de operación y mantenimiento, actividades administrativo-financieras necesarias para el correcto funcionamiento de la Unidad Operativa, en coordinación con la Superintendencia de Generación Hidroeléctrica de conformidad con las leyes y reglamentos pertinentes.

Para la planificación y programación de las labores de tipo técnico, el Jefe de la Unidad Operativa cuenta con el apoyo de la Jefatura Técnica.

El Jefe de la Unidad Operativa depende de la Superintendencia de Generación Hidroeléctrica, la misma que se muestra en el organigrama estructural de la Dirección de Operación y mantenimiento del Sistema Nacional Interconectado (ver Fig. 2.1).

#### Jefatura Técnica

##### Función

La función de la Jefatura Técnica es la de organizar, dirigir y coordinar las áreas de mantenimiento y

operación, para garantizar el funcionamiento y el buen estado de conservación de los sistemas, equipo e instalaciones, manteniendo así, en óptimas condiciones operativas con un mínimo de indisponibilidad y con un costo que mejore el resultado económico de instalación.

### Jefe Técnico

El Jefe técnico depende del Jefe de la Jefatura de la Central.

### Funciones

- Prever las necesidades de personal con la anticipación necesaria a la ejecución de los trabajos.
- Elaborar los presupuestos, estudios económicos y análisis de las actividades de mantenimiento.
- Estudiar con los Jefes de las diferentes jefaturas de mantenimiento problemas que se presentan en la Unidad Operativa.
- Coordinar con el Jefe de Operación y los Jefes de las áreas de mantenimiento, con el fin de establecer prioridades en los trabajos a realizar.
- Controlar la evolución de los presupuestos asignados a los diferentes mantenimientos.
- Controlar y supervisar los programas de parada de las unidades.
- Organizar, dirigir y coordinar la elaboración de los presupuestos de inversiones y explotación de los

departamentos.

- Efectuar seguimientos junto con los Jefes de las áreas de mantenimiento sobre las requisiciones efectuadas.
- Estudiar y promover las modificaciones necesarias a aquellos equipos que tengan una mayor incidencia de falla.
- Llevar junto con el asistente de Programación y Control, el cumplimiento con los programas de los mantenimientos preventivos y rutinarios.
- Coordinar los trabajos de mantenimiento y asignación de prioridades cuando intervienen secuencialmente varias áreas de mantenimiento.
- Dirigir la elaboración de procedimientos de cada una de las jefaturas.
- Actualizar de acuerdo con los Jefes de las jefaturas la organización básica existente.
- Vigilar el cumplimiento de las normas de prevención y seguridad.
- Informar al Jefe de la Unidad Operativa acerca de los avances de los mantenimientos programados, debiendo vigilar su cumplimiento.
- Programas de vacaciones de los Jefes de las diversas jefaturas.
- Modificar los programas de mantenimiento, de acuerdo con las incidencias que se produzcan en las

unidades.

- Supervisión de los mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos de los departamentos.
- Dirigir y participar en la realización y emisión de los informes de la Central ante la Superintendencia de Generación Hidroeléctrica y transmisión.

### Programación y Control

#### Función

El asistente de programación y control tendrá la función de programar, coordinar, supervisar, ejecutar y controlar las normas y procedimientos tendientes a la optimización del manejo de los recursos asignados, y de controlar la demanda de mantenimiento, básicamente referida a la planificación, estimación, programación y coordinación

Las actividades que conforman la función de Programación y control son:

- El seguimiento y control del programa de mantenimiento preventivo y predictivo.
- Elaboración y seguimiento de las órdenes de trabajo.
- Llevar la carpeta de vida de los equipos.
- Elaborar informes técnicos.
- Llevar el archivo técnico general.
- Realizar reuniones internas para coordinar tareas y actividades de mantenimiento y operación.

- Calcular el costo total de cada orden de trabajo ejecutada.

### Funciones de la Jefatura de una área de mantenimiento

Planificar , organizar y controlar todas las actividades de su área relacionadas con el mantenimiento de la Unidad Operativa para asegurar la confiabilidad y eficiencia de todos sus equipos.

El jefe de una área de mantenimiento depende del Jefe técnico.

### Funciones del Jefe de una área de mantenimiento

- Participa en la elaboración o actualización de las normas, reglamentos y criterios del sistema de mantenimiento.
- Elaborar o actualizar el programa general de mantenimiento: inventario y clasificación de equipos, periodicidad de intervención, cronogramas de corto, mediano y largo plazo.
- Elaborar o actualizar los procedimientos e instructivos para la ejecución de los trabajos de mantenimiento.
- Organizar, sistematizar y mantener actualizada la información técnica relacionada con mantenimiento.
- Elaborar y presentar a consideración el presupuesto de gastos para el próximo período.
- Apoyar y controlar el cumplimiento del sistema de mantenimiento: normas, procedimientos, programas

técnico administrativos vigentes, para la ejecución de un mantenimiento eficiente y confiable.

- Programar para períodos de corto plazo las actividades técnico-administrativas, con la provisión y asignación de personal, materiales, repuestos, equipos y herramientas.
- Analizar y evaluar la ejecución del mantenimiento y administrar las medidas que permiten su optimización.
- Presentar informes periódicos de los resultados de la gestión de mantenimiento.
- Velar por el empleo adecuado de los recursos humanos, materiales, equipos, repuestos y herramientas involucradas en mantenimiento.
- Participar en la determinación de los gastos de mantenimiento.
- Elaborar y vigilar el cumplimiento de los programas de capacitación y desarrollo del personal.
- Propiciar el desarrollo del espíritu de grupo y la capacidad de trabajo en equipo del personal.
- Recomendar innovaciones en cuanto a equipos, materiales, repuestos, sistemas y procedimientos que permitan optimizar la gestión de mantenimiento.
- Reemplazar al Jefe Técnico en su ausencia de acuerdo con la jerarquía de las jefaturas de las otras áreas y el requerimiento de tal función.

### Funciones de un Supervisor

Organizar y controlar la ejecución de las actividades de mantenimiento de acuerdo con las normas, reglamentos y procedimientos del sistema de mantenimiento.

El supervisor depende del Jefe de una área de mantenimiento.

### **Responsabilidades**

- Informarse de toda la documentación relativa al sistema de mantenimiento: normas, criterios y procedimientos.
- Difundir, cumplir y hacer cumplir lo previsto en el sistema de mantenimiento en todas las etapas y secuencia de procesos para cada intervención en los bienes e instalaciones de la Unidad Operativa.
- Participar en la elaboración o actualización de los diferentes elementos o etapas del sistema de mantenimiento de acuerdo con el requerimiento del jefe del área de mantenimiento.
- Participar en la elaboración y cumplimiento de los programas de mantenimiento.
- Coordinar la consignación de los equipos en los que se harán mantenimiento.
- Verificar y dar a conocer las medidas de seguridad que se han dispuesto y las que se deberán tomar en cuenta durante la ejecución del trabajo.
- Coordinar la provisión de los recursos para la

ejecución de los trabajos: personal, equipos, materiales, insumos, servicios y repuestos.

- Instruir y explicar a los ejecutores sobre los procedimientos de intervención, uso de equipos y herramientas y en general absolver las inquietudes del personal a su cargo.
- Coordinar y/o efectuar trabajos que requieren de conocimientos especializados.
- Organizar y controlar la ejecución de las actividades de mantenimiento.
- Cuidar que las intervenciones de mantenimiento se realicen de acuerdo a los instructivos y procedimientos técnicos determinados para cada trabajo.
- Reportar oportunamente sobre el avance o novedades que se presenten en el desarrollo del trabajo.
- Velar por la correcta utilización de materiales, repuestos, herramientas y equipos de seguridad personal.
- Registrar y reportar los datos e información generada durante el trabajo, utilizando los formatos creados para el efecto: hoja de vida, órdenes de trabajo, etc.
- Cumplir y hacer cumplir al personal a su cargo las normas de seguridad e higiene industrial.
- Propiciar el desarrollo personal, el espíritu de grupo y la capacidad de trabajo en equipo del

personal bajo su dependencia.

- Recomendar innovaciones o mejoras en cuanto a procedimientos de intervención, equipos, materiales o repuestos que permitan optimizar el mantenimiento.
- Colaborar en las actividades que le asigne su Jefe inmediato.

### Funciones de un ejecutor

(ELECTRICISTA, MECANICO, ELECTRONICO)

Realizar las actividades asignadas, según los procedimientos e instrucciones recibidas por el supervisor del área, con el aporte de su conocimiento y experiencia.

El ejecutor depende del supervisor de mantenimiento.

### **Responsabilidades**

- Solicitar confirmación de consignación del equipo en el que intervendrá.
- Realizar las actividades de mantenimiento de acuerdo con los procedimientos e instrucciones recibidas.
- Usar adecuadamente los equipos, materiales, herramientas e insumos necesarios para cada trabajo.
- Reportar oportunamente sobre el avance y/o novedades durante la ejecución del trabajo.
- Registrar y reportar los datos generados durante la ejecución del trabajo: tiempo, materiales, repuestos empleados.

- Informar sobre la terminación del trabajo y estado del equipo intervenido cuando se concluya la actividad de mantenimiento.
- Cumplir y hacer cumplir las normas de seguridad industrial.

Funciones del ayudante de ejecución  
(ELECTRICISTA, MECANICO, ELECTRONICO)

**Función global**

Asiste en las actividades de grupo asignadas al ejecutor, o realiza actividades que a juicio del supervisor están bajo la competencia y capacidad del Ayudante, según los procedimientos e instrucciones recibidas del Supervisor, con el aporte de su conocimiento y experiencia

El ayudante del ejecutor depende del ejecutor.

**Responsabilidades**

- Solicitar confirmación de consignación del equipo en el que intervendrá.
- Realizar las actividades de mantenimiento de acuerdo con los procedimientos e instrucciones recibidas.
- Usar adecuadamente los equipos, materiales, herramientas e insumos necesarios para cada trabajo.
- Reportar oportunamente sobre el avance y/o novedades durante la ejecución del trabajo.
- Registrar y reportar los datos generados durante la ejecución del trabajo: tiempo, materiales, repuestos empleados.

- Informar sobre la terminación del trabajo y estado del equipo intervenido cuando se concluya la actividad de mantenimiento.
- Cumplir y hacer cumplir las normas de seguridad industrial.

### Funciones del área de Operación

La Jefatura de Operación depende de la Jefatura técnica.

La estructura organizativa del área de Operación y las funciones que debe cumplir, está en relación con las actividades que le son inherentes como:

- Operar las instalaciones dentro de los rangos normales y confiables, de tal forma que no se afecte en la vida útil de cada una de las partes.
- Entrega-recepción de los equipos o sistemas a mantenimiento.
- Elaboración de los informes técnicos y de gestión.
- Evaluación y análisis de la información diaria recopilada.
- Cumplimiento de normas y reglamentos de Seguridad Industrial.

### Funciones del Supervisor de Operación

Organizar y controlar todas las actividades relacionadas con la operación de la Unidad Operativa, de acuerdo con

los manuales e instructivos de operación vigentes en la misma.

El Supervisor de operación depende del Jefe de Operación.

### Responsabilidades

- Informarse de toda la documentación relativa a la operación de la Unidad Operativa : Manual de Operación, Normas, Criterios, Procedimientos, Planos, Datos Técnicos de los equipos, etc.
- Difundir, cumplir y hacer cumplir las disposiciones del Manual de Operación, Normas, Criterios y Procedimientos de Operación urgentes en la Unidad Operativa, para la correcta operación y explotación de los equipos.
- Organizar, sistematizar y mantener actualizada la información relacionada con la operación.
- Analizar y evaluar la información relacionada con la operación de los equipos y sistemas y recomendar las medidas que permitan optimizar la operación de la Unidad Operativa.
- Participar en la elaboración de normas, procedimientos e instructivos de operación para condiciones normales y de emergencia.
- Participar en la programación de las actividades técnicas y administrativas y presupuesto de gastos del Area.
- Participar en la elaboración de los programas de capacitación del personal de Operación.

- Presentar reportes e informes periódicos de los resultados de operación, de producción y gestión.
- Coordinar las actividades de operación que estén relacionadas con las otras áreas de la Unidad Operativa.
- Cumplir y hacer cumplir las normas de Seguridad e Higiene Industrial.
- Propiciar reuniones periódicas para analizar las condiciones de operación de la Unidad Operativa.
- Analizar las fallas ocurridas en los equipos y sistemas, recomendar las medidas correctivas más convenientes para disminuir sus efectos y evitarlos en el futuro.
- Participar en la determinación de los costos de operación y los rendimientos de los equipos. Recomendar medidas para optimizar su operación.
- Recomendar la implementación de nuevos equipos, sistemas y procedimientos para optimizar la operación.
- Colaborar en actividades que le asigne su Jefe inmediato.

#### Funciones del Operador de Central

Ejecutar maniobras que involucren el equipo primario y registrar e informar las actividades realizadas en su turno de operación siguiendo los procedimientos

- Elaborar informes periódicos de los resultados de operación, producción.
- Velar por la buena conservación y funcionamiento de los equipos, materiales y herramientas que le sean asignados.
- Cumplir y hacer cumplir las normas de Higiene y Seguridad Industrial.
- Colaborar en las actividades que le asigne su Jefe inmediato.

#### Función del Operador Ayudante

Asistir en la ejecución de maniobras que involucra el equipo primario, ejecutar maniobras en los equipos auxiliares, registrar e informar las actividades realizadas en su turno de operación siguiendo los procedimientos establecidos para el efecto. Depende del Operador de Central.

#### **Responsabilidades**

- Ejecutar las maniobras en los equipos auxiliares de la Unidad Operativa siguiendo los procedimientos establecidos en el Manual de Operación.
- Coordinar con la sala de control de la Unidad Operativa previo a la ejecución de actividades que involucren la operación de equipos auxiliares.
- Tomar y registrar lecturas periódicas que determinen el comportamiento de los equipos auxiliares de la Unidad Operativa.

## CAPITULO III

### 3.- ELABORACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

#### 3.1.- Introducción

El mantenimiento resultará eficiente sólo si la organización, administración y métodos de trabajos asociados con él son también eficientes.

Los trabajos de mantenimiento improvisados ocasionan paradas cuando son inevitables, a menudo en las reparaciones de emergencia. Sin embargo, en términos generales, estas formas de mantenimiento podrían ser muy costosas, debido a que no es posible decidir que trabajo va a ser ejecutado mientras esta parada la producción.

Consecuentemente el trabajo de reparación resultaría más dilatado que las medidas adoptadas por el mantenimiento preventivo. A veces es necesario, emplear contratos costosos laborales y/o el uso de personal propio de la Institución o Empresa empleando tiempo extra. Y finalmente, deben ser consideradas las pérdidas en los ingresos, debido a la detención de la producción.

Por ello se justifica la importancia que tiene el mantenimiento preventivo programado, ya que se lo efectúa con el fin de evitar fallas que generan los trabajos correctivos y se programa en una o más rutinas en base a parámetros de diseño y condiciones de trabajo apoyadas en las experiencias mismas de la operación, y las recomendaciones de los fabricantes, aportadas en las guías, manuales e inspecciones ejercidas al equipo.

Lográndose de esta manera evitar improvisaciones o daños innecesarios que ocasionan los trabajos de reparación.

Sin embargo, no es únicamente el trabajo de mantenimiento preventivo que deberá ser planeado sino todas las actividades atrasadas como reparaciones, partes de stocks etc.

El Programa de Mantenimiento se constituye como parte importante de la elaboración de un Sistema de Administración del mantenimiento.

Un Programa de Mantenimiento requiere de:

- Registro de equipos
- Actividades por equipo
- Procedimientos

para lo cual se ha asumido conceptualmente la información obtenida en los instructivos realizados por el Comité de Administración del Mantenimiento CAM.

En este capítulo se describe un método para la elaboración del Programa de Mantenimiento, a través de bases de datos que posibilitan diversos análisis y aplicaciones relativos al programa.

### 3.2.- Registro y codificación de equipos (6)

El registro de equipos se conforma con todos los equipos que pertenecen al Sistema Nacional Interconectado y que son responsabilidad de las Unidades Operativas.

El registro actual contiene los equipos sobre los cuales cada Central o Unidad de Transmisión ejecuta mantenimiento preventivo, codificados de acuerdo al

índice de códigos.

### *Clasificación para registro de equipo*

El código es conveniente que tenga cinco niveles de clasificación: Unidad Operativa, Instalación, Sistemas, Subsistema y equipo.

#### Nivel 1. UNIDAD OPERATIVA

Centro de Producción o transmisión, en el cual está ubicado el equipo. Ejemplo: Central Hidroeléctrica Paute, Central Termoeléctrica Guangopolo, Zona Norte, etc.

#### Nivel 2. INSTALACION

Conjunto de sistemas que cumplen una función operativa general completa, es decir una unidad de generación, una instalación general, una instalación auxiliar común, etc.

#### Nivel 3. SISTEMA

Conjunto de subsistemas que dentro de cada una de las instalaciones realizan una función operativa global. Ejemplos: turbina, generador, caldero, motor, almacenamiento de combustible, oficinas, sistemas de levantamiento, taller, laboratorio, etc.

#### Nivel 4. SUBSISTEMA

Conjunto de equipos que realizan una función específica dentro de cada sistema. Ejemplo: subsistema de regulación de velocidad, etc.

Nivel 5. EQUIPO

Parte componente de un subsistema. Ejemplo: bomba, motor eléctrico, radiador, válvula, tubería, termómetro, manómetro, etc.

*Indice de Códigos (IC)*

Este código es conveniente, porque permitirá su uso en equipos de generación, transmisión, comunicaciones y obras civiles.

Puede conformarse por 14 caracteres alfanuméricos cuya estructura se da a continuación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

1.- Unidad Operativa

X	X	X											
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(1, 2, 3 del IC)

TRES CARACTERES ALFABETICOS Ejs.

Central, Subestación o Línea	CODIGO (IC)
1. Central Gonzalo Zevallos	TGZ
2. Central Esmeraldas	TES
3. Central Santa Rosa	TSR
4. Central Guangopolo	TGP
5. Central Paute	HPA
6. Central Agoyán	HAG
7. Central Pucará	HPU
8. Subestación Ambato	SNA
9. Subestación Quevedo	SRQ
10. Subestación Santa Rosa	SNR
11. Líneas Unidad Norte Red de 138 KV	LN1

El primer carácter se utiliza para identificar al tipo de Unidad Operativa; así: T Central Térmica, H Central Hidráulica, S Subestación, L Línea; para el caso de Centrales los otros dos caracteres (segundo y tercero) corresponderán al nombre de la Central, en el caso de Subestaciones el segundo dígito corresponde a la zona de la red de transmisión y el tercero para indicar el nombre de la Subestación. Para Líneas el segundo dígito corresponde a la Unidad de Transmisión, el tercero al código del voltaje de la línea : 138 KV = 1  
230 KV = 2

## 2.- Instalación

			X	X	X									
--	--	--	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(4, 5, 6 del IC)

TRES CARACTERES ALFANUMERICOS Ejs.

INSTALACION	CODIGO (IC)
Unidad N <sup>o</sup> 1	U01
Unidad N <sup>o</sup> 2	U02
Unidad N <sup>o</sup> 10	U10
Instalaciones Generales	IGN
Instalaciones Auxiliares Comunes	IAC
Patio de 230 KV	230
Patio de 138 KV	138
Presa	PSA
Línea Pucará Vicentina	PUV

En caso de Unidades de generación, el primer carácter se utiliza para indicar la letra U de Unidad y el segundo y tercero, sirven para indicar el número de la unidad dentro de cada Central, para el caso de instalaciones auxiliares comunes a todas las unidades de generación y a

instalaciones generales se utilizará IAC e IG, respectivamente.

En Subestaciones los tres caracteres servirán para indicar el voltaje del patio y en líneas los puntos de inicio y término de la línea.

#### Instalaciones Auxiliares Comunes

Son instalaciones cuyo funcionamiento es aprovechado por todas las Unidades de generación, por lo tanto la falla de estas inciden directamente en la operación de las Unidades.

#### Instalaciones Generales

Son aquellas que sirven de respaldo a operación y mantenimiento, por lo tanto la falla de estas no interrumpen el proceso de operación.

#### 3.- Sistema

						X	X						
--	--	--	--	--	--	---	---	--	--	--	--	--	--

(7 y 8 del IC)

DOS CARACTERES ALFABETICOS. Ejs.

SISTEMA	CODIGO (IC)
Turbina a vapor	TV
Generador de vapor (caldero)	GV
Generador eléctrico	GE
Almacenamiento de combustible	AC
Almacenamiento químico	AQ
Talleres	TL
Laboratorio	LB

En vista de que una Administración del mantenimiento se maneja a través de un programa de mantenimiento, y este a su vez parte de un registro y codificación de equipos sobre los cuales se ejecutarán las actividades de mantenimiento, se justifica la realización del ejemplo, para esta Central que no tenía registrados a los equipos sobre los cuales se ejercía el servicio de mantenimiento.

Se da comienzo a su desarrollo con el inventario de todos los bienes e instalaciones en servicio de la Central Pucará, organizados en los niveles de clasificación: Unidad Operativa, Instalación, sistema, subsistema y equipo. Posteriormente se conforma la codificación de los mismos de acuerdo a lo recomendado por el "CAM" (Comité de Administración del mantenimiento).

El procedimiento adoptado fue el siguiente:

- Determinación de las Instalaciones existentes, las mismas que son:

Presa, Conducción y descarga de agua, Unidad Hidroeléctrica N°1, Unidad Hidroeléctrica N°2, Patio de 138 KV, Patio de 13.8 KV, Instalaciones Auxiliares Comunes, Instalaciones Servicios Generales e Instalaciones Civiles.

La información ha obtenerse de estas instalaciones se la dispuso en una matriz constituida por filas y columnas, con el propósito de ordenar, organizar y tener un fácil acceso a la localización de sistemas, subsistemas y equipos.

Dentro de la matriz a cada instalación se le asignó una fila, así:

Fila	Instalación	CODIGO CAM
0	Presa	PSA
1	Conducción y descarga de agua	CDA
2	Unidad Hidroeléctrica N01	U01
3	Unidad Hidroeléctrica N02	U02
4	Patio de 138 KV	138
5	Patio de 13.8 KV	O13
6	Instalaciones Auxiliares Comunes	IAC
7	Instalaciones Servicios Generales	IGN
8	Instalaciones Civiles	ICV

El número de columnas quedó determinado en función del número de sistemas existentes por instalación. A estos sistemas se los ubicó en las intersecciones entre la fila asignada a las instalaciones y la columna correspondiente al sistema, como se indica en el siguiente cuadro.

En la matriz representada en el cuadro N01, se puede apreciar claramente la posición de los sistemas de acuerdo a la fila y columna que ocupan. Así por ejemplo:

La fila 0 corresponde a la Instalación Presa

Fila	Columna	Sistemas	CODIGO CAM
0	0	Toma de carga	TC
0	1	Vertedero	VE
0	2	Desague de fondo	DF
0	3	Instrumentación	IN
0	4	Eléctricos	EL
0	5	Estación Meteorológica	EM
0	6	Obras Civiles Generales	OC

La fila 2 corresponde a la Instalación Unidad Hidroeléctrica N01. Los sistemas están localizados en las

# CENTRAL HIDROELECTRICA PUCARA

INSTALACION		SISTEMAS								
No.	DESCRIPCION	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	Presa	Toaa de carga	Vertedero	Desague de fondo	Instrumentación	Eléctricos	Estación Meteorológica	Obras civiles generales		
1	Conducción y descarga de agua	Obra de toaa	Túnel de carga	Tubería de presión	Descargas	Captaciones complementarias	Cámara de válvulas			
2	Unidad Hidroel. No. 1	Turbina Hidráulica	Generador	Transformador de Unidad	Válvula esférica	Regulador de velocidad	Agua de enfriamiento	Sistema de engrase centralizado.	Panel control registro alarmas frente 3-6	
3	Unidad Hidroel. No. 2	Turbina Hidráulica	Generador	Transformador de Unidad	Válvula esférica	Regulador de velocidad	Agua de enfriamiento	Sistema de engrase centralizado	Panel de control registro de alarmas frente 3-6	
4	Patio de 138 KV.	Posición Unidad Nº1	Posición Unidad Nº2	Posición Línea Quito	Posición Línea Ambato	Posición barra Principal y de Transferencia	Otros	Cable de 138 KV		
5	Patio 13. 8 KV	Posición Línea Pisayambo	Posición Línea Campamento	Posición acometida casa de máquinas	Posición acometida EEASA	Posición acometida Unidad de Emergencia	Otros			
6	Instalaciones Auxiliares Comunes	Aire comprimido regulación	Corriente continua	Mando - sincronización	Servicios Auxiliares de 220V	Levantamiento	Sistema contraincendios			
7	Instalaciones Servicios Generales	Unidad de Emergencia	Comunicaciones	Acondicionamiento de aire	Servicios y Otros	Puente grúa casa de máquinas	Vehículos	Talleres	Drenajes	Sistema Contraincendios
8	Instalaciones Civiles	Edificios	Casa de máquinas	Accesos, vías y carreteras	Campamentos					

intersecciones de la fila 2 con las columnas 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Fila	Columna	Sistemas	CODIGO CAM
2	0	Turbina Hidráulica	TH
2	1	Generador	GE
2	2	Transformador de Unidad	TU
2	3	Válvula esférica	VG
2	4	Regulador de velocidad	RV
2	5	Agua de enfriamiento	AR
2	6	Sistema de engrase centralizado	EC
2	7	Panel control	PF

Por ejemplo para llenar la matriz correspondiente al sistema Transformador de Unidad de la Unidad Hidroeléctrica N01, se establecen los subsistemas indicando la fila y columna, de la siguiente forma:

Fila	Columna	Subsistema	CODIGO CAM
22	0	Transformador	TU
22	1	Enfriamiento	EF
22	2	Nitrógeno a presión	NT
22	3	Instrumentación del transformador	IN
22	4	Panel de control	PP

Los equipos del subsistema Transformador de Unidad, se ubican en otra matriz cuya filas son 220, 221, 222, 223, 224, si se quiere determinar los equipos del subsistema de la fila 220, que corresponde al Transformador se tiene:

Fila	Columna	Equipo	CODIGO CAM
220	0	Bushings	BU01
220	1	Válvulas	VV01

220	2	Tanque principal	TM01
220	3	Tanque conservador de aceite	TV01
220	4	Cambiador de taps	CT01
220	5	Devanados	DVO1
220	6	Aceite	AC01
220	7	Relé Buchholz	BH01

La codificación de equipos para el ejemplo anterior, referente al sistema transformador de Unidad, subsistema transformador, es la siguiente:

Bushings	HPU-U01-TU-TU-BU01
Válvulas	HPU-U01-TU-TU-VV01
Tanque principal	HPU-U01-TU-TU-TM01
Tanque conservador de aceite	HPU-U01-TU-TU-TV01
Cambiador de taps	HPU-U01-TU-TU-CT01
Devanados	HPU-U01-TU-TU-DVO1
Aceite	HPU-U01-TU-TU-AC01
Relé Buchholz	HPU-U01-TU-TU-BH01

El proceso descrito en el ejemplo, fue el asumido en la realización del registro y codificación de todos los equipos de la Central Pucará, cuya información se adjunta en el Anexo 1.

## 2. Código

Código alfanumérico que identifica al equipo, de acuerdo con el registro de equipos.

M A N U A L      D E      T R A B A J O

EQUIPO:

CODIGO:

Nº	ACTIVIDADES	R E C U R S O S							OBSERVACIONES	
		FRECUENCIA	H/H PROG.	RECURSOS HUMANOS	CONSIGNACION		PRIORIDAD			
					O	P	E	U		N

### 3. Número (Nº)

Número lógico secuencial de la actividad.

### 4. Actividades

Descripción de las actividades de mantenimiento a realizarse en ese equipo, se incluirán todas las actividades indispensables que se deben realizar para asegurar un funcionamiento confiable del equipo.

### 5. Recursos

#### Frecuencia

Se deberá indicar la frecuencia con la que se debe efectuar la actividad de cualquier componente de un determinado equipo, según el siguiente código:

1S	Cada semana
2S	Cada quincena
1M	Cada mes
2M	Cada dos meses
3M	Cada tres meses
4M	Cada cuatro meses
6M	Cada seis meses
1A	Cada un año
2A	Cada dos años

#### Horas/Hombre programadas

Es el tiempo expresado en horas/hombre, que se estima para el cumplimiento de la actividad.

#### Recursos humanos

Se señalará el personal necesario para cada una de las actividades, de acuerdo al siguiente código:

I	-	Ingeniero
T	-	Tecnólogo
O	-	Operador
A	-	Ayudante operador
M	-	Mecánico
B	-	Ayudante mecánico

E	-	Electricista
D	-	Ayudante electricista
J	-	Misceláneo
F	-	Albañil
G	-	Maestro mayor
V	-	Peón
P	-	Pintor
H	-	Plomero
Y	-	Ayudante (pintor, plomero, albañil)
C	-	Chofer
Y	-	Ayudante (pintor, plomero, albañil)
C	-	Chofer
S	-	Soldador
R	-	Ayudante soldador
Z	-	Liniero

#### Consignación

Para realizar la ejecución de la actividad de mantenimiento, el departamento de operación, indicará la condición operativa del equipo, es decir si el equipo esta operando o parado.

#### Prioridad

En este casillero se señalará la necesidad de requerimiento de mantenimiento en tres niveles, emergente, urgente y normal.

#### 6. Observaciones

Se indicará cualquier condición que se requiere para realizar la actividad. Ejemplo: sin tensión, energizado, valor máximo de temperatura, etc.

#### *Periodicidad, tiempos y número de personas*

##### Periodicidad

Al inicio la periodicidad de un equipo nuevo se la determina en base a las recomendaciones del fabricante.

Luego se apoya a través de las inspecciones rutinarias al equipo en base a observaciones que indican tendencias, lo que permite reconsiderar a tiempo las acciones de mantenimiento rutinario inconvenientes, mediante la reprogramación de las actividades.

Para el programa anual de mantenimiento la periodicidad de los mantenimientos y determinación de las fechas de su realización, se tomará como unidad de medida la semana. Para lo cual se dividirá el año en 52 semanas, numerándolas en orden ascendente 01, 02, ..., 52, como se representa en el formato P-1. En este formato se registrarán el código del equipo\sistema establecido de acuerdo al CAM, luego el nombre del equipo\sistema, en las semanas del 1 al 52 se seleccionan aquellas en las que se programa realizar mantenimiento anotando la frecuencia en el casillero correspondiente.

Para los casos de programación en los que se necesita definir tanto el tipo de mantenimiento como su periodicidad, se utilizará la siguiente nomenclatura:

- [S 15] Servicio de mantenimiento cada 15 semanas.
- [R 30] Mantenimiento rutinario cada 30 semanas.
- [M 3 A] Mantenimiento mayor cada 3 años (solo para el caso de mantenimiento mayor se indicará la periodicidad en años.

#### Tiempos

Tiempo estimado para la ejecución de una actividad expresado en horas, de acuerdo con el número de participantes estimados.

#### Número de personas

Número de participantes estimados para la ejecución de la actividad.





### 3.4.- Instructivo para desarrollar el Manual de Procedimientos. (9)

El manual de procedimientos es el documento complementario al Manual de Trabajo y tiene como finalidad normar la ejecución de las actividades de mantenimiento, en base a criterios técnicos especializados.

Este manual contendrá, los procedimientos de todas y cada una de las actividades, enumeradas en los manuales de trabajo de cada equipo y un listado de los recursos necesarios para desarrollarlas.

#### Descripción

El manual de procedimientos F-2.2, consta de los siguientes casilleros:

#### 1. Equipo

Se escribirá el nombre del equipo a cuyo mantenimiento pertenece la actividad descrita.

#### 2. Código

Cada uno de los equipos será codificado, de acuerdo con el registro de equipos.

#### 3. Actividad

Se indicará el nombre completo de la actividad.

#### 4. Número

Corresponde al N° de la actividad de trabajo.

#### 5. Procedimiento

Se deberá describir en forma detallada todos y cada uno de los pasos necesarios para realizar la actividad. Para esta descripción, además de la parte escrita, se podrán

realizar dibujos o esquemas explicativos que ayuden a la mejor comprensión del procedimiento a seguir.

#### 6. Materiales e insumos

Se enumerarán los materiales e insumos necesarios para realizar la actividad.

#### 7. Comunicaciones

Se indicarán los requerimientos como radios portátiles, PLC, automotores, etc. necesarios para la realización de los trabajos.

#### 8. Repuestos

Deberán indicarse las clases o tipos de repuestos necesarios para realizar correctamente la actividad.

#### 9. Herramientas

Igualmente serán descritas las herramientas que se deberán disponer para efectuar las diferentes operaciones. (Incluye máquinas - herramientas).

#### Equipos

Se indicará el tipo de equipo como grúa, tractor, equipo caminero, equipo de pruebas, etc. que deberán estar disponibles cuando se realice la actividad.

#### 10. Instrumentos

Se describirán todos los instrumentos auxiliares necesarios para efectuar la actividad de una manera correcta (Ejemplo:

multímetro, estetoscopio, teodolito, etc.).

#### 11. Planos e instructivos

Se debe especificar todos los planos, catálogos e instructivos con sus respectivos nombres de referencia y que tengan relación con la actividad descrita.



## 12. Riesgos

Se deberá indicar los riesgos a los que estarán expuestos tanto el personal como la propiedad y las medidas preventivas correspondientes que deben tomarse para evitar accidentes.

## 13. Valores Referenciales

Indicar los valores máximos o mínimos, tolerancias, etc. que deberán ser considerados para realizar el diagnóstico del estado del equipo.

### 3.5.- Programa de Mantenimiento Preventivo

El Programa de mantenimiento preventivo es el listado de los equipos del registro general, que interviene cada área de mantenimiento, en un período dado (un año), donde se especifica el número de personas necesarias para ejecutar el trabajo, tiempo estimado de duración, la frecuencia de ejecución, prioridad, consignación y la semana en que se plantea el trabajo.

#### *El Programa Anual de Mantenimiento*

El programa anual de mantenimiento, deberá ser elaborado por cada Unidad Operativa hasta el 30 de Diciembre de cada año.

El Programa anual de mantenimiento, será el documento definitivo del mantenimiento preventivo programado, se lo obtiene de procesa la información obtenida en:

- El Programa de indisponibilidad (restricciones) anual por mantenimiento.
- Elaboración del Programa anual de mantenimiento preliminar.

### 3.5.1 Programa de Indisponibilidad anual por Mantenimiento.

El programa de indisponibilidad por mantenimiento permite a la Superintendencia de Producción y Transporte la coordinación con operación de los trabajos que requieren equipos fuera de servicio F/S.

Este programa será preparado de acuerdo con el siguiente instructivo, el mismo que tiene como fuente el plan anual preliminar de mantenimiento. Este documento será remitido a la Superintendencia de Producción y Transporte hasta el 10 de Diciembre de cada año.

Instructivo para la elaboración del Programa de Indisponibilidad anual por mantenimiento.(10)

#### Descripción

El formato F-3.2, consta de los siguientes casilleros:

#### 1. Central/Unidad de transmisión

Nombre de la Central o Unidad de Transmisión que emite la información.

#### 2. Año

Año para el cual se programa.

#### 3. Código

Código alfanumérico que identifica a la instalación o sistema, de acuerdo con el registro de equipos.

#### 4. Instalación

Nombre de las instalaciones o sistemas indisponibles de acuerdo con el registro de equipos. Ejemplo: Unidad N°1, instalaciones generales, etc.

#### 5. Potencia

Nominal y efectiva, que quedaría indisponible mientras dure el mantenimiento.

#### 6. Meses

Se colocará un símbolo de indisponibilidad con su respectivo porcentaje y fecha de inicio y término.

#### 7. Símbolos

100
-----

Indisponibilidad del 100% de carga

50
----

Indisponibilidad del 50% de carga

Fecha inicial	Fecha final
---------------	-------------

### 3.5.2. Programa Anual de Mantenimiento Preliminar

Cada Central o Unidad de transmisión deberá preparar su plan preliminar, hasta el 30 de Noviembre de cada año.

Cada Jefe de mantenimiento debe realizar el programa anual de las actividades por equipos de su respectiva área, con ayuda del supervisor y sus ejecutores.

Debido a que la información que se genera en el

desarrollo de estas actividades es voluminosa, sometida a revisiones y adecuaciones. Es conveniente e importante que el personal tenga una concepción clara del potencial de la informática como herramienta útil y eficaz para este tipo de actividades.

Con este antecedente es indispensable que el desarrollo se realice en su totalidad en computadoras, ingresando toda la información en bases de datos y desarrollando los programas para su manejo. Esta alternativa tiene la ventaja fundamental de permitir una gran flexibilidad, ajustes y correcciones rápidas, manejo de la información para diferentes usos o análisis y la posibilidad de ligar cualesquiera de sus datos entre sí, relacionar las actividades programadas con las ejecutadas, con los repuestos y materiales utilizados, con los recursos humanos y los costos involucrados en determinada actividad.

#### Inventario de equipos

El desarrollo del programa de mantenimiento debe comenzar con el inventario de todos los bienes e instalaciones en servicio de la Unidad Operativa, organizados en los siguientes niveles de clasificación: Unidad Operativa, Instalación, Sistema, Subsistema y equipo.

El siguiente paso sería la codificación de cada uno de los equipos según la metodología del Comité de Administración del Mantenimiento CAM.

## Base de datos de actividades por equipos

A partir del inventario de equipos codificados, se procedería a establecer las actividades de mantenimiento técnicamente convenientes para cada uno de ellos. En esta etapa las fuentes de información a usarse son:

- Programas de mantenimiento de otras Unidades Operativas tanto del país como del extranjero.
- Manuales propios de los equipos de la Unidad Operativa.
- Textos sobre la materia y programas existentes.
- Planos e información general del archivo de la Unidad Operativa.

Todo esto manejado con el criterio y experiencia del personal técnico involucrado en este trabajo.

La información más importante que conformaría la base de datos es la siguiente:

CODIGO CAM  
 IDENTIFICACION (NOMBRE DEL EQUIPO)  
 AREA DE MANTENIMIENTO (ELECTRICO, MECANICO, CIVIL,..)  
 NUMERO DE ITEM DE ACTIVIDAD  
 DESCRIPCION DE ACTIVIDAD  
 PERIODICIDAD  
 HORAS HOMBRE REQUERIDAS  
 CONDICION PARA EL MANTENIMIENTO

## Generación automática del cronograma

Para la distribución en el tiempo de las actividades de mantenimiento se debe tomar en cuenta las distintas circunstancias y limitaciones de disponibilidad de los equipos para su intervención.

El hecho de realizar todo el trabajo en un sistema automatizado y con una concepción global de la Administración del mantenimiento, brindará enormes posibilidades de continuar con su desarrollo hasta completar el sistema informático que permita una Administración Integral del Mantenimiento, relacionando a las Areas técnicas con la financiera, personal, administrativa y bodega.

### 3.6.- Programación de recursos

El programa de recursos tanto humanos como materiales será elaborado en base a la siguiente información:

- Requerimientos de personal para el cumplimiento del programa.
- Requerimientos de suministros: materiales, repuestos, herramientas y equipos, para el cumplimiento del programa.
- Disponibilidad de recursos materiales en bodegas.

Cabe resaltar que la información obtenida en el cronograma puede ser utilizada para planificar los recursos humanos y materiales del año correspondiente, ya que permite determinar las épocas de uso intensivo de dichos recursos o que requieran de contrataciones temporales y aquellas de menor necesidad en las que se puede facilitar el uso de vacaciones, capacitación, u otros.

Para el financiamiento de los recursos económicos necesarios para el cumplimiento del programa, se deberá elaborar el presupuesto correspondiente.

### *Programa Anual de Mantenimiento en Horas-Hombre.*

Este programa anual de mantenimiento en horas/hombre es el documento básico que posibilita a la Superintendencia de Producción y Transporte hacer un seguimiento de los programas, administración y evaluación del mantenimiento.

Este programa deberá ser realizado de acuerdo con el instructivo de Programación de mantenimiento anual en horas-hombre y remitido a la Superintendencia de Producción y Transporte hasta el 30 de diciembre de cada año.

El cronograma generado automáticamente facilita la cuantificación de Horas-Hombre totales por mes.

Instructivo para la elaboración del Programa de mantenimiento anual en Horas-Hombre. (11)

#### Objetivo:

Unificar los formatos de los programas de mantenimiento preventivo anual en horas-hombre, para posibilitar su seguimiento, administración y evaluación en la Superintendencia de Producción y Transporte.

#### Descripción:

Este formato I-1.2, consta de los siguientes casilleros:

##### 1. Central o unidades de transmisión

Nombre de la Central o Unidades de Transmisión que emite el programa.

**2. Instalación:**

Número de las unidades de generación, nombre de los patios de maniobras, instalaciones civiles, instalaciones generales, etc. de acuerdo con el registro de equipos.

**3. Código:**

Código del sistema correspondiente, de acuerdo con el registro de equipos.

**4. Sistema:**

Nombre de los sistemas de una instalación. Ejemplo: turbina, generador eléctrico, generador de gases, posición de línea, etc. de acuerdo con el registro de equipos.

**5. Meses:**

Estimación del total de horas/hombre (eléctrico + mecánico + instrumentación + electrónica + civil + talleres) de cada sistema.

## CAPITULO IV

### 4.- ADMINISTRACION Y CONTROL DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

#### 4.1.- Introducción

Los sistemas administrativos de Mantenimiento tienen el propósito de conservar, administrar y operar las instalaciones, asegurando la confiabilidad y disponibilidad de los mismos al mínimo costo.

Los objetivos del sistema de control y Administración son los de canalizar, planificar y programar la demanda de trabajo. Como por ejemplo que el volumen de trabajo este de acuerdo con los recursos disponibles (mano de obra, materiales y contratos).

Los elementos controlables asociados al mantenimiento son:

- Las personas que ejecutan las labores del mantenimiento.
- Los equipos e instalaciones que requieren esfuerzos de Operación y Mantenimiento.
- Los materiales y repuestos
- Los costos de mantenimiento.

Por lo tanto las áreas de responsabilidad de un sistema Administrativo de mantenimiento serían:

- Control de Trabajo
- Control de Equipos
- Control de materiales
- Control de costos

### Control de trabajo

Tiene el objetivo de constituirse como guía tanto para Operación como a Mantenimiento, para lograr un trabajo óptimo y confiable. Esto implica la toma de decisiones a nivel de supervisión basados en la siguiente filosofía:

- La planificación es la base para el control.
- La información es la guía para el control.
- La acción es la esencia para el control.

Las áreas de Operación, Mantenimiento Eléctrico, Mecánico, Instrumentación y Civil de acuerdo a lo anotado, generarían la acción.

El sistema de control de trabajo a diseñar, estará fundamentado en pasos básicos del flujo de procesamiento y control de una orden de trabajo, ya sea que se genere del programa anual de mantenimiento o a través de una solicitud de trabajo.

El documento básico de comunicación en el sistema de control de trabajo, es la Orden de trabajo. Además de esta se puede obtener información respecto a:

- ¿ Qué tuvo que hacer ?
- ¿ Dónde lo hizo ?
- ¿ Quién realizó ?
- ¿ Quién autorizó ?
- ¿ Cuánto tiempo empleo ?

- ¿ Qué materiales utilizó?
- ¿ Cuánto costo?

y observaciones en conexión con el trabajo, las cuales podrían ser evaluadas para un futuro mantenimiento.

#### Control de equipos

El objetivo será el de archivar, informar y permitir el análisis de la información significativa sobre las actividades de mantenimiento realizadas.

El control de equipos tiene las siguientes responsabilidades:

Seleccionar los equipos a ser controlados preventivamente.

Identificación y codificación de los equipos.

Desarrollo de los programas de mantenimiento preventivo.

Actualización de los programas de mantenimiento de acuerdo a los resultados prácticos de su aplicación.

Abrir y actualizar archivos técnicos e historiales, biblioteca técnica y una planoteca.

Mantener archivos técnicos e historiales para cada equipo.

El sistema de control de equipos constará de los siguientes archivos:

- Archivo técnico del equipo.- Contempla la información básica, como : manuales, planos, especificaciones, pruebas, lista de repuestos, órdenes de compra, contratos de mantenimiento, etc.
  
- Historial del equipo e Instalación.- Información dinámica como: Ordenes de trabajo, fallas, reparaciones, inspecciones,

El sistema de control de equipos e instalaciones, requiere de un documento que informe de manera sistemática y clasificada acerca de paradas significativas. La información básica que debe tener este documento es la siguiente:

- Características del equipo (Nombre y Código)
- Fecha y hora de parada
- Tipo de reparación
- Fecha de reparación
- Sistema que falló
- Causa de la falla
- Costo de la reparación
- Tiempo de reparación
- Horas fuera de servicio
- Número de la orden de trabajo
- Trabajo realizado

#### Control de materiales y repuestos

En la elaboración de los procedimientos asociados a las actividades de mantenimiento por equipos, intervienen entre otros factores los materiales, repuestos y herramientas. Cuya existencia deberá ser verificada por el Guarda almacén de la bodega de la Unidad Operativa, en el caso de no existir los materiales requeridos será

necesario la realización de adquisiciones a través de compras locales o importaciones. Administradas por la División de Administración de bienes.

En el reporte del trabajo de mantenimiento realizado se dispone de la información acerca de los materiales y repuestos utilizados. Cuyos costos son cuantificados por el delegado administrativo y el asistente de programación y control.

#### Control de costos

Establecer los costos referentes a mano de obra, materiales -repuestos y otros. Los mismos que serán contabilizados en el reporte de trabajo realizado.

Finalmente el Jefe de mantenimiento debería explotar y mejorar permanentemente los sistemas de control y evaluación a su alcance, de tal manera que el ejercicio de planeación pueda ser lo más real posible, en base a los objetivos y metas inicialmente establecidos.

#### 4.2.- Flujogramas, Orden de trabajo, Solicitud de trabajo y reportes.

##### *Orden de trabajo*

##### Objetivo:

Organizar la ejecución de los trabajos y obtener la información para la administración del mantenimiento.

Permite el control tanto del trabajo como de los costos de mantenimiento, ayuda a preparar informes que evalúan

la carga y la cantidad de trabajo, suministra información para crear un historial para cada equipo, un archivo técnico y un control de materiales y repuestos empleados.

#### Origen:

Las órdenes de trabajo solo podrán ser emitidas de acuerdo al flujograma OT-1, por Programación y Control en base a los siguientes orígenes:

- De plan de mantenimiento preventivo.
- Solicitudes de trabajo para realizar mantenimiento correctivos o no planeados, elaborados por los departamentos de operación, administración, mantenimiento, etc.

La orden de trabajo está representada en el Formato F-4.2, el mismo que consta de los siguientes casilleros:

#### 1. Logotipo:

Sello de la Institución o Empresa, nombre de la Superintendencia.

Ejemplo: Sello de INECEL, Superintendencia de Producción y Transporte.

#### 2. Nombre de la Unidad Operativa y código del formato.

Ejemplo: Central Hidroeléctrica Agoyán

Formato: F-4.2

#### 3. Nombre del formato:

Orden de trabajo.

#### 4. Número:

El número de la orden de trabajo, constará de cinco

dígitos. secuenciales.

5. Area:

El área de mantenimiento será la encargada de ejecutar el trabajo (mecánico, eléctrico, etc.).

6. Fecha

Se anotará la fecha de emisión de la orden de trabajo, de acuerdo al sistema internacional DMY.

Fecha: día - mes - año

D	M	Y

7. S.T. N° (Solicitud de trabajo N°)

Se anotará el número de solicitud de trabajo que origina la orden. Cuando se trate de OT (s) provenientes del programa no se utilizará esta casilla.

8. Código de identificación:

Código alfanumérico de acuerdo al registro de equipos.

9. Instalación, sistema, equipo:

Descripción y ubicación de la instalación, sistema y/o equipo en la cual se va a realizar mantenimiento.

10. Tipo de mantenimiento

Código del tipo de mantenimiento a realizarse.

11. Prioridad:

Se anotará la prioridad en tres niveles: normal, urgente y emergente.



12. Descripción del trabajo:  
Listado de las actividades a realizarse.
  
13. Jefe de mantenimiento:  
Nombre y firma del jefe de mantenimiento.
  
14. Período de ejecución:  
El jefe de área señalará el período dentro del cual debe ejecutarse la orden de trabajo.
  
15. Tiempo estimado H/H:  
Es el tiempo expresado en horas/hombre, que se estima para el cumplimiento de la orden de trabajo, llenado por el Jefe del área.
  
16. Medidas de seguridad de mantenimiento:  
El Jefe de área anotará todas las medidas de seguridad adicionales a la consignación que mantenimiento considera deben observarse.
  
17. Procedimiento N° y observaciones:  
Programación y control emitirá la orden de trabajo y adjuntará el procedimiento de trabajo, el Jefe de área constatará que el procedimiento es el adecuado, anotará el número de procedimiento y observaciones si es necesario.

En caso de que no exista procedimiento programación y control solicitará al Jefe de Área que realice el procedimiento del trabajo antes de emitir la orden de trabajo.

El Jefe de área consignará el número del procedimiento a seguirse para el cumplimiento de la

actividad, se harán observaciones necesarias para puntualizar las actividades específicas que no consten en el procedimiento: en caso de no existir procedimiento, se lo realizará antes de ejecutar el trabajo, en un formato predeterminado, y se lo retroalimentará luego de realizado el trabajo. Se adjuntará el procedimiento vigente a la orden de trabajo.

18. Jefe de trabajo:

Nombre del responsable del trabajo, será llenado por el jefe del área de mantenimiento.

19. Jefe de área de mantenimiento:

Firma del jefe de mantenimiento del área.

20. Confirmación de consignación:

Este casillero será llenado por Operación, indicará si el equipo ha sido consignado o no requiere consignación, con nombre y firma de la persona encargada.

21. Pendiente por:

Se señalarán las razones por las cuales no se realiza el trabajo.

22. Fecha y firma:

Fecha en la cual se declara pendiente la ejecución del trabajo, firma del Jefe de área,

23. Reporte del trabajo realizado:

El jefe de grupo detallará el trabajo realizado, éste será revisado por el Jefe del área de mantenimiento.

24. Análisis detallado de fallas y problemas:

El jefe de grupo señalará los problemas y fallas encontrados, será revisado por el jefe del área de mantenimiento.

25. Restricciones y recomendaciones:

Señalará el Jefe del área de mantenimiento.

Al reverso de la orden de trabajo está la parte correspondiente al reporte de trabajo. Este Informe contempla lo siguiente:

*Reporte de Trabajo*

El reporte de trabajo F-4.2.1 consta de los siguientes casilleros:

26. Fecha y hora de inicio:

Iniciación: fecha real de iniciación de los trabajos (día, mes, año, hora).

27. Fecha y hora de finalización:

Terminación: fecha real de terminación de los trabajos (día, mes, año, hora).

28. Realizado por:

Firma del responsable del trabajo.

29. Revisado por:

Jefe de mantenimiento del área.

30. Fecha del reporte:

31. Entrega-Recepción:

En este casillero firmará Operación y Mantenimiento.

32. Fecha y hora:

Fecha y hora de la Entrega-Recepción.

33. Personal y horas empleadas:

Una vez ejecutado el trabajo, el Jefe de área llenará la nómina de los trabajadores y los tiempos reales empleados. El responsable de programación y control realizará el costeo en coordinación con el Area Administrativa.

34. Repuestos y materiales:

El jefe de trabajo anotará todos los repuestos y materiales empleados, con sus cantidades. Programación y control realizará el costeo en coordinación con el área administrativa.

35. Total costos:

Los costos de mantenimiento que contemplan los reportes de las Ordenes de trabajo son:

- Costos obtenidos del personal y horas empleadas.
- Costos de materiales y repuestos
- Otros costos

Para realizar el costeo de las horas reales empleadas en el trabajo de mantenimiento, se debe diferenciar el costo en cuanto a si la hora es normal, suplementaria o extraordinaria.

Estas horas reales estarán asociadas a la nómina de trabajadores que ejecutaron las actividades de mantenimiento.

El responsable de programación y control realizará el costeo en coordinación con el área administrativa.

Con ayuda del formato del reporte de trabajo se procederá a establecer los siguientes costos:

Costo total obtenido del personal y las horas empleadas

Costo total= nn \* (costo) + SUP50% \* (costo) + EXT100% \* (Costo)

donde:

nn Representa el número de horas normales.

SUP50% Representa el número de horas suplementarias .

EXT100% Representa el número de horas extraordinarias.

El costo de una hora normal se calcularía así:

$$\text{Costo de hora normal} = \frac{\text{Sueldo mensual}}{30 \text{ días}} * \left( \frac{\text{día}}{\# \text{ de horas de trabajo}} \right)$$

SUBTOTAL = Sumatoria de los costos totales de cada uno de los trabajadores que intervinieron en la ejecución de la orden de trabajo.

#### Costo de materiales o repuestos

En la determinación del costo de materiales o repuestos se consideran los siguientes items:

Número: Número de ítem.

Código: Código del equipo

Descripción: Descripción del material o repuesto.

El número de la Solicitud de almacén

Cantidad

Unidad

Costo unitario

Costo de un material o repuesto = Cantidad \* unidad \* (costo unitario)

SUBTOTAL = Sumatoria de los costos totales de cada repuesto o material.

Otros costos

Costos adicionales como por ejemplo contratación de servicios.

Costo total de la orden de trabajo

El costo total de la orden de trabajo se obtiene sumando el subtotal del personal (horas empleadas), subtotal de repuestos y materiales y otros costos.

El Superintendente administrativo financiero del Sistema Nacional Interconectado es el encargado de indicar al Director de Operación del Sistema Nacional Interconectado, lo relacionado al pago de horas suplementarias y extraordinarias del personal, toda vez que se requiera laborar más de las horas límites.

#### **Horas suplementarias**

Son aquellas que se realizan como prolongación de la jornada ordinaria de trabajo.

#### **Horas extraordinarias**

Son las que se realizan los días: sábados, domingos y días de descanso obligatorio.

- Cuando por el sistema de turnos establecidos, al trabajador le toque trabajar sábados y domingos no percibirá pago o retribución especial.
- El personal de operación que por sistema de turnos, tiene que laborar 6 días consecutivos con 2 días de descanso, el sexto día será considerado como tiempo extraordinario, con el 100% de recargo.
- Cuando el trabajador doble su turno, en días de descanso obligatorio ó en los días señalados en el artículo 121 del Contrato Colectivo único de Trabajo, estas horas serán pagadas con el 200% de recargo, se exceptúa la doblada de turno por cambio entre los trabajadores.
- Todo permiso sin sueldo, permiso médico, licencia sindical, permiso por calamidad doméstica, fuerza mayor, que tuviese el trabajador debidamente comprobados, serán computados como horas laborales y éstas se sumarán a las que hubiese laborado el trabajador para considerar el sexto día laborado como jornada extraordinaria.
- En todo caso el pago de las horas extraordinarias y suplementarias, así como los descuentos por tiempo no laborado, se efectuarán exclusivamente sobre el sueldo básico y no se tomarán en cuenta para el descuento, las bonificaciones de mayo, noviembre, décimo tercer sueldo, etc.

### Compensación

Si por causas justificadas INECEL requiere que un trabajador labore en los días de descanso obligatorio,

dicho trabajo, será pagado en dinero ó compensado en tiempo, con los recargos pertinentes. Para el pago de la compensación se estará a lo que solicite el trabajador; y, si éste solicita la compensación en tiempo, ésta se hará efectiva dentro de los 30 días posteriores al pedido, previo acuerdo con el jefe inmediato.

Si la compensación la solicita en dinero, se cancelará con el 100% de recargo; si es en tiempo, dos horas normales por cada hora ordinaria laborada.

#### Autorizaciones

El jefe de la unidad está delegado a autorizar el pago de horas suplementarias y extraordinarias y únicamente en los siguientes casos:

Hasta 45 horas extraordinarias y suplementarias al personal de operación, que por continuidad en el servicio, labora las 24:00 horas del día, bajo el sistema de turnos.

Hasta 15 horas extraordinarias y suplementarias para el personal administrativo y de mantenimiento.

Para laborar más de 45 horas extraordinarias, deberá solicitar la respectiva autorización al Director de Operación del S.N.I

El Director de Operación del S.N.I, previa justificación del Jefe de la Unidad operativa, autorizará el pago de horas suplementarias extraordinarias en los siguientes casos:

Para el personal administrativo , servicios y

mantenimiento preventivo de las centrales térmicas, hidráulicas y sistema de transmisión que excedan de las 15 horas.

Horas extraordinarias al personal de jefaturas, previa la justificación respectiva.

Horas extraordinarias al personal en comisión de servicios, para laborar en días festivos y descanso obligatorio.

### Control

El cumplimiento de los trabajos que deban realizarse en tiempo suplementario y extraordinario, debidamente autorizados de conformidad con el Formato CTE-1, serán controlados por los jefes inmediatos.

- Las jefaturas administrativas de las Unidades operativas con fines estadísticos e informar a Gerencia, remitirán a la División Administrativa de la DOSNI, al final de cada mes el resumen de horas suplementarias, extraordinarias y canceladas.
- El jefe de la Unidad y/o los jefes inmediatos son responsables de:

Disponer detalladamente el trabajo que debe realizarse en horas suplementarias o extraordinarias.

Llenar el formulario de autorización de trabajo A-1 que se encuentra en la página 99, enviarlo al área de personal en forma previa a la realización de los mismos. En caso de emergencia dentro de las

siguientes 8 horas, se procederá a cumplir con el requisito anteriormente mencionado.

Controlar el cumplimiento de los trabajos autorizados.

- Se considerará como faltas sujetas a sanciones disciplinarias, las siguientes:

Realizar trabajos suplementarios ó extraordinarios sin existir la autorización del Director o Jefe de la Unidad Operativa.

Alterar el registro del tiempo suplementario o extraordinario.

Registrar horas suplementarias ó extraordinarias trabajadas, sin haberlas realizado.

Las sanciones administrativas, serán impuestas por el jefe de la unidad en función de la gravedad o de la reincidencia de las faltas de acuerdo con el reglamento interno y o normas legales vigentes.

36. Solicitud almacén N°:

Se anotará el (los) N° (s) de la solicitud (es) con los que fueron retirados de bodega los materiales para la ejecución del trabajo.

37. Preparado por:

Firma de Programación y control.

38. Calculado por:

Firma del responsable del área administrativa que realizó el costeo de la orden de trabajo.

1650

21/05/92

00H00

03H00

a2.- Formato para materiales utilizados en el mantenimiento.

Este formato se utiliza para incluir los materiales y/o repuestos utilizados en el mantenimiento que por falta de espacio no se pudieron relacionar en el formato orden de trabajo.

a3.- Informe de mantenimiento

Este formato se utilizará para complementar la información relacionada en el informe técnico del formato orden de trabajo en los casos que se considere necesario.

Una vez que se termine la ejecución de los trabajos, los participantes deberán elaborar el informe de mantenimiento y entregarlo al área de mantenimiento respectiva, el jefe de trabajo deberá firmarlo.

El jefe de área de mantenimiento deberá verificar el contenido de los informes, corregirlos y darle su respectiva aprobación. Entrega la orden de trabajo con sus respectivos anexos a Programación y control de la unidad central o unidad de transmisión.

Si el trabajo fue aplazado o cancelado también deberá entregarse a Programación y control especificando la causa.

FORMATO CTE-1

HORAS

EXTRAS

SUPLEMENTARIAS

COMPENSACION EN:

TIEMPO

DINERO

**AUTORIZACION Y CONTROL DE TIEMPO EXTRA**

SR.----- AGRADECERE A USTED REALIZAR LOS SIGUIENTES TRABAJOS:

FECHA	INICIA	TERMINA	DESCRIPCION DEL TRABAJO RESUMIDO	VTO. BUENO

AUTORIZADO

AUTORIZADO

\_\_\_\_\_  
JEFE DE AREA

\_\_\_\_\_  
JEFE DE LA UNIDAD OPERATIVA

### *Solicitud de Trabajo*

Todo trabajo que implique intervención a los equipos del sistema de potencia que no estén incluidos en el programa anual de mantenimiento, deben ser solicitados a programación - control de cada Central o Unidad de Transmisión de acuerdo al Flujograma ST-1, utilizando el instructivo Solicitudes de trabajo F-4.1.

Para estos casos están definidos los siguientes tipos de mantenimiento.

- Los mantenimientos correctivos que se deben realizar a los equipos a cargo de los centros productivos, por funcionamiento defectuoso, daño inminente o avería de hecho.
- Los mantenimientos preventivos no planeados que deben ejecutar las áreas de mantenimiento fuera del programa, en equipos que aunque no hayan fallado, se requiere intervenirlos.

#### **Objetivo**

Organizar las actividades de mantenimiento que no están incluidas en los programas, ya sea por fallas de los equipos o por decisiones posteriores a la programación.

Este formato será utilizado para solicitar trabajos fuera del programa, por los Departamentos de Operación, Administración o Mantenimiento.

#### **Descripción**

El formato F-4.1, consta de los siguientes casilleros:

6. **Código de identificación:**  
Código alfanumérico de acuerdo con el registro de equipos.
7. **Sistema o equipo:**  
Descripción y ubicación de la instalación, sistema y/o equipo solicitado para mantenimiento.
8. **Motivo de la solicitud y/o descripción de la anomalía:**  
Se describirá detalladamente las razones por las cuales se solicita el trabajo, indicando los síntomas que reflejan la anomalía como alarmas, ruidos, altas temperaturas, vibraciones, fugas etc.
9. **Acción inmediata tomada:**  
Describir las operaciones o maniobras tomadas para superar la anomalía.
10. **Prioridad:**  
Se anotará la prioridad en tres niveles: normal, urgente, emergente.
11. **Elaborado por:**  
Nombre y firma de la persona que elabora la solicitud.
12. **Aprobado por:**  
Nombre y firma del Jefe de área.
13. **Recibido por:**  
Nombre de la persona que recibe la solicitud.
14. **Fecha y hora:**  
Fecha y hora de recepción de la solicitud.

15. Restricciones de operación para ejecución del trabajo:

En este casillero se registrarán las restricciones de operación del equipo frente al Sistema Nacional Interconectado, lo llenará el Departamento de Operación de acuerdo a los tres criterios: Unidad fuera de servicio, restricción de carga y ninguna.

16. Consignar equipo:

Operación indicará si es o no necesario consignar el equipo, para realizar el trabajo.

17. Observaciones:

Observaciones adicionales a la solicitud.

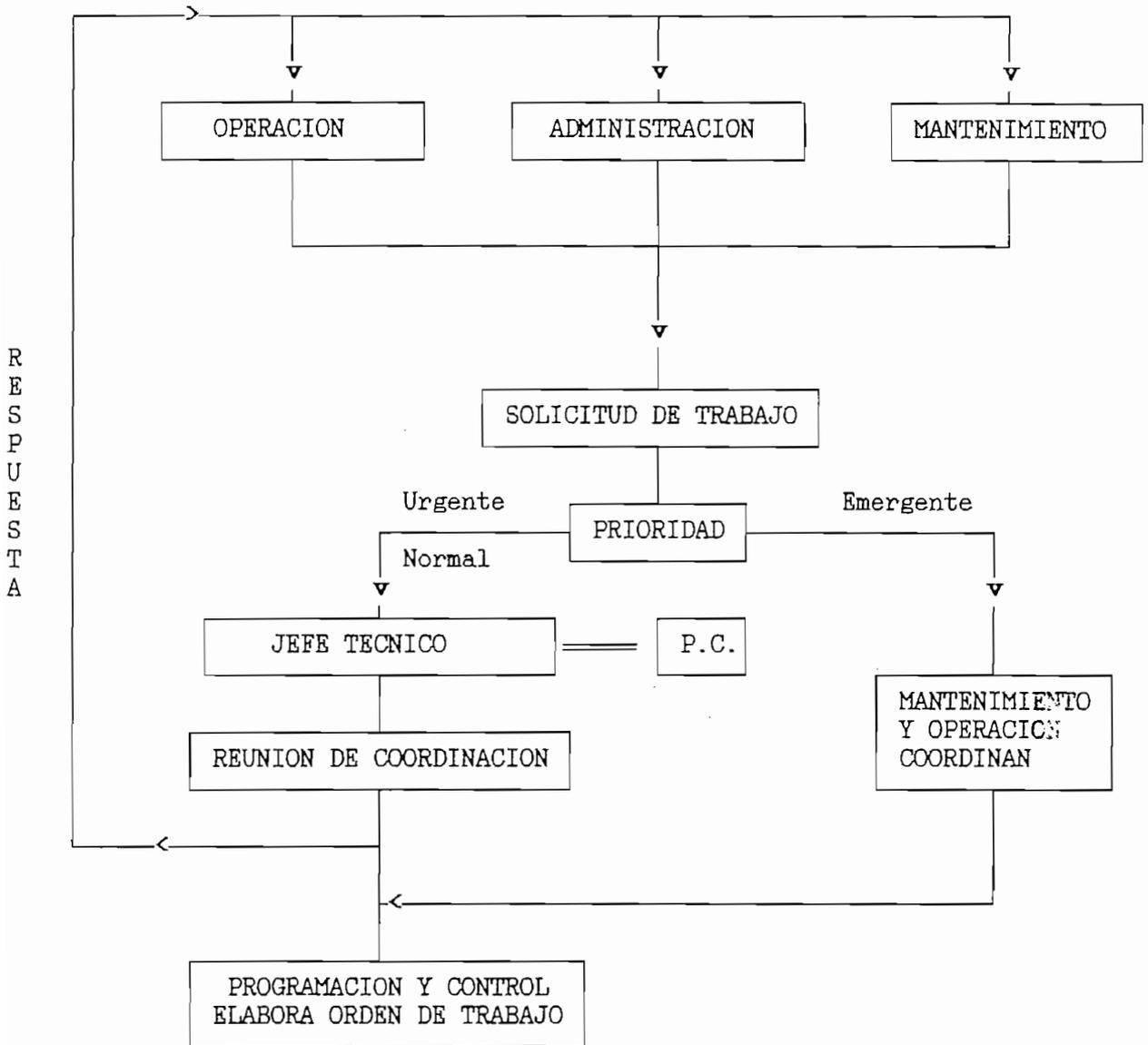
18. Respuesta a la solicitud:

En este casillero se indicará la respuesta a la solicitud de trabajo en caso de haber sido atendida, se anotará el número de la orden de trabajo que generó la solicitud, y en caso contrario las razones por las que no se atendió la solicitud.

Los casilleros 9, 15 y 16 solo serán llenados por Operación.

El formulario F-4.1 tiene dos copias. El original para Programación y Control; la primera copia para el Departamento que solicita; la segunda copia, Programación y Control devuelve al solicitante con la respuesta.

*Flujograma de la solicitud de trabajo*



#### 4.3.- Adquisición y control de stocks

Es importante que el capital no este amortizado innecesariamente en stocks como partes de repuestos.

Los niveles de restitución son establecidos para cada uno de los items del stock, que harán que una orden de requisición sea emitida o solicitada cuando el nivel de existencias ha llegado al punto en el que debe realizar el pedido.

Los niveles de requisición están determinados mediante la consideración de factores tales como tiempos de entrega y cantidad utilizada como se muestra en la figura 4.1

La cantidad de reposición deberá ser determinada para especificar el número de partes a ser ordenados o solicitados. La cantidad de reposición representa la diferencia entre el número máximo y mínimo de partes de stock.

En cuanto a tiempos de entrega estos pueden ser variados.

##### Nivel corriente de stock

Trabajando en forma continua en un sistema de partes de repuesto siempre es posible establecer el nivel de stock corriente de un ítem en cualquier tiempo.

##### Nivel mínimo de stock

Es la cantidad de existencias mínimas que pueden ser aceptadas, representa el almacenaje temporal para evitar escasez.

#### 4.3.1. Instructivo para administración de bodegas.(14)

De acuerdo a las características y organización de las Unidades Operativas, cada una de ellas mantiene una Bodega o Almacén bajo la responsabilidad directa del Guardalmacén.

##### *Objetivos*

Estandarizar bajo normas y políticas comunes el funcionamiento de las Bodegas de las Unidades Operativas.

Determinar la Organización Administrativa y Funciones del personal responsable.

Dotar de un instrumento de consulta de fácil comprensión y utilización al personal que interviene en el trámite y control de bodega.

##### *Funciones y responsabilidades del personal de bodega*

###### Guardalmacén

- Se ocupa de la recepción, entrega y custodia de materiales de bodega y bienes de la Unidad Operativa.
- Realiza y/o controla la recepción, clasificación, identificación, acondicionamiento y despacho de materiales, herramientas equipos, maquinarias y otros.
- Determinar los niveles máximos y mínimos de existencias e informar al Jefe Administrativo de la Central o Subestación para el trámite de adquisición en la DOSNI.

- Suscribir actas de entrega - recepción de materiales.
- Efectuar entrega de materiales justificando su egreso.
- Realizar inventarios periódicos de bienes a su cargo.
- Elaborar informes periódicos sobre movimiento de bodega a su cargo.
- Mantener ordenado los materiales, repuestos, herramientas de acuerdo al uso o necesidad de la Unidad operativa.
- Preparar y recomendar la baja de materiales, equipos, maquinaria edificaciones otros debido a daños y/u obsolescencia.

#### **Auxiliar de Bodega**

- Verificar legalidad de los documentos a tramitar.
- Establecer la existencia de los materiales solicitados.
- Registrar los movimientos de bodega.
- Colaborar con el bodeguero en el control, físico y administrativo de la bodega.

#### **Procedimientos**

El bodeguero recibe la requisición, revisa y efectúa lo siguiente:

##### **1.- Existe stock**

Despacha el material, legaliza el egreso y registra en el Kardex correspondiente, retiene primera copia para

su archivo y remite segunda copia y el original conjuntamente con el informe mensual de movimiento de materiales a la DOSNI para su revisión y trámite al departamento de Contabilidad. Entrega tercera copia al interesado.

## 2.- Stock parcial

Despacha material existente, especifica los materiales no existentes, retiene original, primera y tercera copia, remite segunda copia de la requisición a Jefe administrativo, Jefe de la central o Subestaciones para el trámite de la adquisición en la DOSNI.

## 3.- No hay Stock.

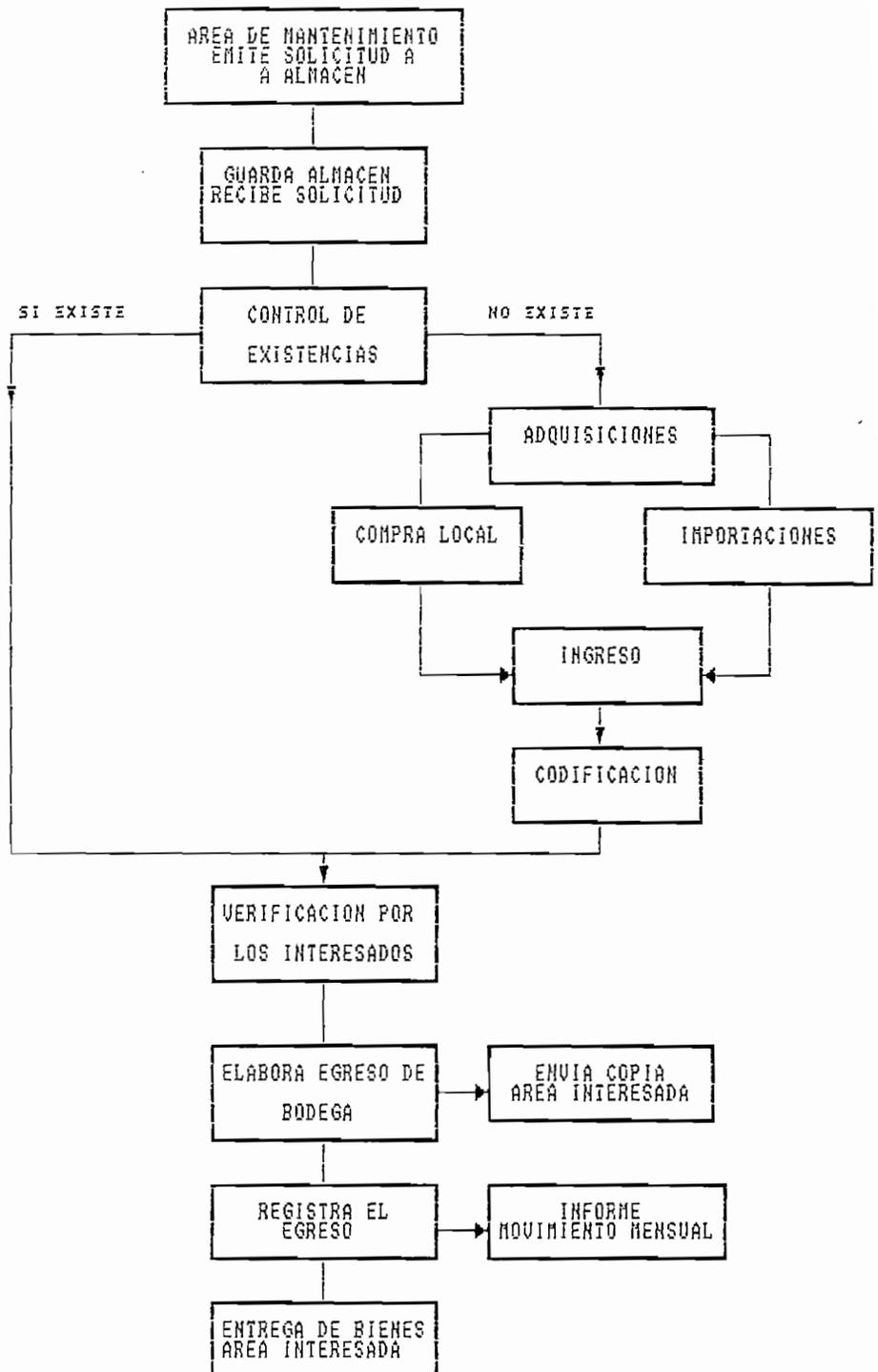
Especifica la no existencia de material, retiene original, primera y tercera copia de requisición, remite segunda copia a Jefe de la Central o Subestaciones, Subestación o Administrativo para el trámite de adquisición en la DOSNI.

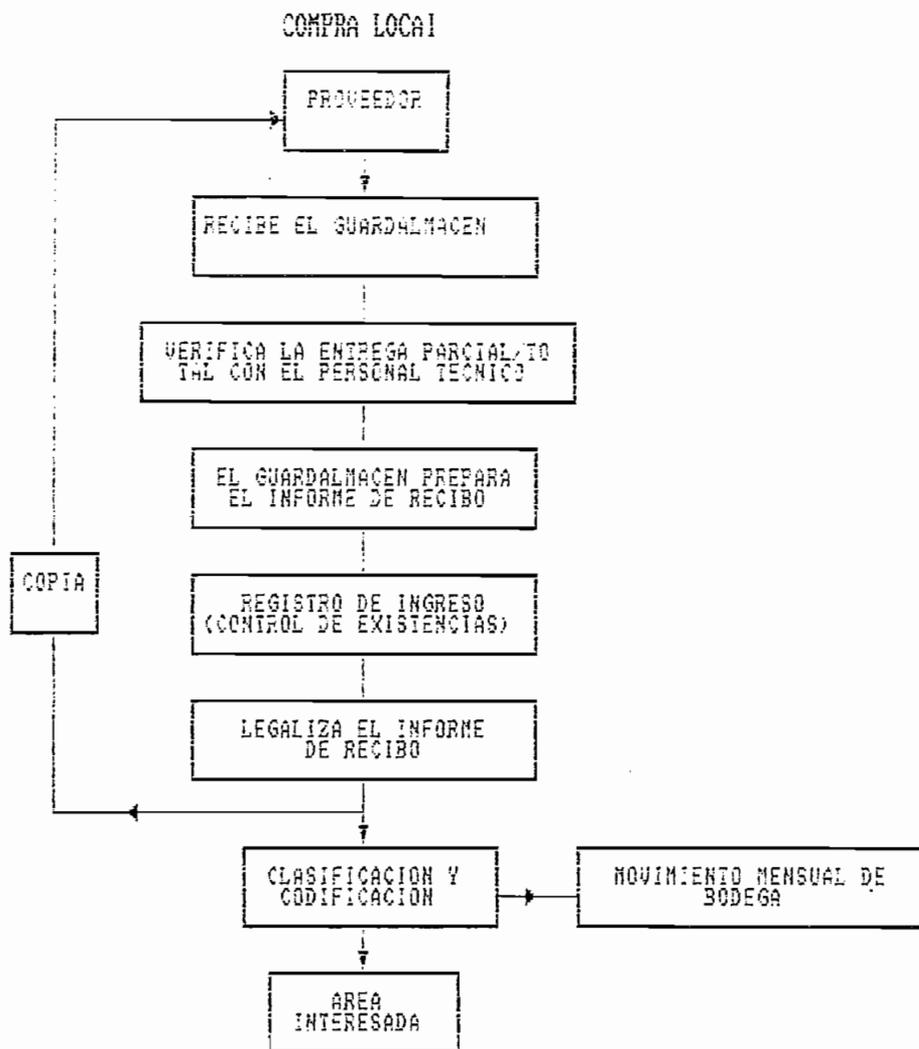
## Flujogramas para la realización de un egreso de bodega

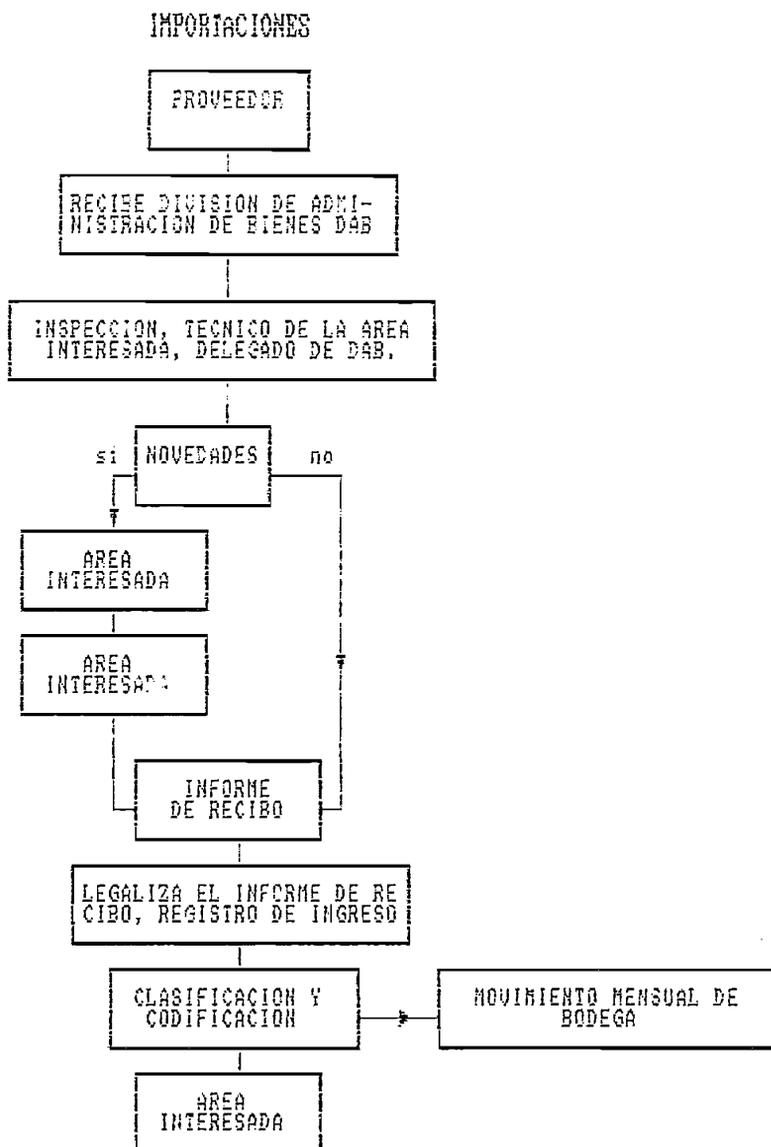
Egreso es la operación relacionada a la salida de materiales, suministros de oficina y bienes en general que se encuentran bajo la responsabilidad de bodega.

En la ejecución de una orden de trabajo se necesitan recursos materiales, y para obtenerlos, el proceso ha seguirse se describe a través de los siguientes flujogramas.

EGRESOS DE BODEGA







La administración y control de bodegas se realizarán mediante el uso de los siguientes formularios:

- Solicitud de almacén
- Informe de recibo
- Egresos de bodega
- Transferencia de bodega
- Nota de entrega de bienes de inventario
- Nota de devolución de bienes de inventario
- Informe de reclamo
- Registro de materiales
- Control de existencias
- Tarjeta de identificación de materiales

**a.- Solicitud de almacén**

Mediante el formulario FORM. N. B-S se realizará cualquier pedido a bodega, el mismo que será elaborado en las oficinas administrativas de la Unidad Operativa, respetando el orden numérico, la firma de la persona solicitante y la aprobación del Jefe de la Unidad Operativa.

En base a este formulario debidamente legalizado despachará los materiales, repuestos, herramientas, etc., solicitados cuando existan en stock, caso contrario certificara no disponer de stock, con lo cual se tramita la compra correspondiente, en este caso el bodeguero entregará el ejemplar "compras" y lo demás se retendrá hasta que el material o bien solicitado ingrese y egrese de bodega.

**b.- Informe de recibo**

Todas las adquisiciones de compras locales, de importación, donaciones y transferencias, el bodeguero

documento que respalde la misma, sea este un Memorándum o solicitud de almacén firmado por el jefe de la unidad operativa solicitante.

Es requisito indispensable que la transferencia sea autorizada por el jefe de la unidad operativa que entregará los materiales o bienes, la contabilización igualmente se sujetará a las normas establecidas en el instructivo pertinente.

**e.- Nota de entrega de bienes de inventario**

Mediante este formulario el guardalmacén se descarga y responsabiliza a la persona solicitante, aquellos bienes que por su naturaleza constituyen activo fijo de la unidad operativa y que inicialmente ingresaron a la bodega.

En el informe mensual de movimiento de bodega, el bodeguero reportará estos egresos adjuntando los formularios de "Egreso de Bodega" y la "Nota de entrega de bienes de inventario".

**f.- Nota de devolución de bienes de inventario**

En este formulario se registrarán las devoluciones de bienes de inventario que originalmente fueron entregados bajo la responsabilidad de una persona; antes de recibir el bien de inventario, el guardalmacén debe revisar el estado físico y reportar en observaciones las novedades que haya encontrado.

Copias de este formulario serán remitidas a la oficina inventarios de contabilidad y DOSNI, con el objeto de descargar valores contabilizados a las personas que

inicialmente solicitaron y utilizaron en determinado bien.

#### g.- Informe de reclamo

El uso de este formulario se limita a reportar novedades en las entregas de materiales o bienes de inventario, remitidos por el departamento de adquisiciones; para la recepción y responsabilidad por parte del bodeguero.

Antes de firmar el "Informe de recibo" deberá previamente inspeccionar si los artículos que recibe concuerdan con el listado detallado en los documentos o facturas.

De haber novedad o inconformidad con cantidades y especificaciones de los materiales o bienes, preparará el informe de reclamo respectivo notificando las novedades encontradas en base a este formulario, el departamento que adquirió dichas mercaderías procederá al reclamo correspondiente sea la Compañía de Seguros, casa proveedora o bodega que transfiera.

#### h.- Registro de materiales

Mediante esta tarjeta FORM. N. B-08 el bodeguero llevará un control detallado y personal de todos aquellos bienes de inventario que haya entregado a los empleados y obreros de la Unidad Operativa, en esta tarjeta se hará constar el número de la "Nota de entrega" con el cual retira el bien, su descripción, valor, fecha etc.

En el reverso de esta tarjeta se registrarán las devoluciones realizadas por el funcionario y obrero.

### i.- Tarjetas KARDEX

Con el uso de estas tarjetas se llevará un control adecuado de las existencias de materiales y bienes cuyo stock estará determinado por el límite mínimo y máximo de existencias.

Es función del bodeguero y de acuerdo a sus necesidades agrupar los materiales y equipos por la naturaleza de los mismos, a manera de ejemplo la agrupación podría ser la siguiente: Materiales importados, materiales de operación, de mantenimiento, repuestos, herramientas, etc.

Es necesario señalar la importancia que significa en una bodega mantener actualizado el Kardex de existencia; facilita la fiscalización, la toma de inventarios físicos y el control mismo de existencias.

### j.- Control de Existencias (movimientos de bodega)

En base al formulario la FORM. N. B-13, la contabilidad general de INECCEL, procede a registrar contablemente los egresos realizados por el guardalmacén, cuyo detalle reporta mensualmente en este formulario.

Mediante este resumen el bodeguero de la Unidad Operativa descarga todos los valores contabilizados a su cargo por los ingresos realizados.

### k.- Tarjeta de identificación de materiales

Mediante esta tarjeta FORM. N. B-14 se ubican a los materiales, repuestos y bienes, almacenados en las

perchas de las bodegas, para lo cual la tarjeta llevará claramente escrita el nombre del artículo, código, stock máximo y mínimo; esta tarjeta irá junto a cada clase de artículo.

#### Combustible para generación

Será obligación del bodeguero reportar mensualmente el volumen de combustible recibido para generación, así como el número de galones consumidos durante el mismo período.

En el caso de los ingresos se utilizará el "Informe de Recibo" o el "Informe de recepción de combustible" en el caso de la central Guangopolo; en el se especificará el número de galones recibidos, clase de combustible, faltantes existentes en el transcurso del transporte.

Los consumos se reportarán utilizando el formulario "Egresos de bodega", para facilidad de control es recomendable registrar los consumos semanalmente, de igual forma en el informe mensual del movimiento de bodega se hará constar los consumos globales preferiblemente en un solo rubro.

SOLICITUD A ALMACEN

A BODEGA DE : .....

PARA USARSE EN: .....

FECHA: .....

No. ORDEN DE TRABAJO: .....

ORD.	DESCRIPCION	CODIGO	CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDADES DESPACHADAS				TOTAL DESPACHADO
					FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	

OBSERVACIONES : .....

SOLICITADO POR:

AUTORIZADO POR:

APROBADO POR:

DESPACHADO POR:

.....

.....

.....

.....









#### 4.4.- Informes

Un Informe es el recopilamiento sistemático de todas las actividades realizadas por una área de mantenimiento dentro de un período establecido.

Su objetivo principal es llegar a una evaluación técnica, con la finalidad de tomar decisiones futuras.

##### Metodología

Todo trabajo se realiza siempre a través de una orden de trabajo, ya que esta permite el control tanto del trabajo efectuado como los costos generados en las actividades de mantenimiento con el fin de evaluar la carga y cantidad de trabajo ejecutado.

Hablaremos de dos tipos de Informes Técnicos:

- Informe Técnico Semanal
- Informe Técnico Mensual

##### *4.4.1. Informe Técnico Semanal*

Para la elaboración de un informe semanal, se requiere del reporte semanal de los trabajos efectuados. En este reporte se registrarán, las Unidades que han sido intervenidas, el nombre o código de la persona que ejecutó la orden de trabajo, anotando las horas que se han programado y las horas que realmente se emplearon en la ejecución de la orden de trabajo.

El formato RS-1 sirve para el registro de estos datos y es el siguiente:

REPORTE SEMANAL DE TRABAJOS REALIZADOS

AREA: \_\_\_\_\_

HOJA No.: \_\_\_\_\_

FRECUENCIA: \_\_\_\_\_

SEMANA No.: \_\_\_\_\_

COD.	ACTIVIDAD	UNIDADES			CONTROL DE PERSONAS					S.D.T No.	OT No.	HORAS		YA		OBSERVACIONES
		1	2	3	L#	M#	M#	J#	V#			P	E	P	E	

ELABORADO POR: \_\_\_\_\_

REVISADO POR: \_\_\_\_\_

FECHA DE REVISION: \_\_\_\_\_

P PROGRAMADO

E EJECUTADO

S.D.T SOLICITUD DE TRABAJO

OT ORDEN DE TRABAJO

Descripción del formato:

1. **Nombre del formato .**  
Reporte semanal de trabajos realizados.
2. **Area**  
Se especifica el área de mantenimiento.
3. **Frecuencia**  
Frecuencia con la que se efectuaron las actividades, por ejemplo si se quiere realizar el reporte semanal se resumirá todas las actividades cuya frecuencia de ejecución correspondan a una semana, para reportes mensuales actividades cuya frecuencia sea un mes y así para reportes semestrales, anuales etc..
4. **Hoja N<sup>o</sup>**
5. **Semana N<sup>o</sup>**  
Se especificará el número de la semana, de acuerdo a la asignación que tiene cada semana en el año.
6. **Item**
7. **Actividad**  
Descripción de actividades de sistemas/equipos.
8. **Días de la semana a reportar**  
Se establecen 5 columnas que corresponden a los días de la semana, indicando el número de día de acuerdo al calendario. Así por ejemplo en la semana 37 se tiene las siguientes asignaciones:  
Lunes 07, Martes 08, Miércoles 09, Jueves 10, Viernes 11.

9. S.D.T N<sup>o</sup>

Se anotará el número de la solicitud que originó la orden de trabajo.

10. O.T N<sup>o</sup>

Número de la orden de trabajo.

11. Horas

Se indica las horas empleadas en la ejecución de la orden de trabajo. Anotando las horas programadas (P) de acuerdo al programa de mantenimiento y las horas ejecutadas (E) reales.

12. % de Avance

Se establece el porcentaje de avance de la ejecución del trabajo.

13. Observaciones

4.4.2. Informe Técnico Mensual

Cada Supervisor de mantenimiento de la correspondiente área, en base al formato RS-1 de reporte semanal de trabajos realizados procederá a resumir los trabajos de mantenimiento cuya frecuencia sea la misma dentro del período de información requerido (1 mes) empleando el formato INF-1. Además controlará la asistencia del personal del área o de otras áreas involucrado en los trabajos.

Al fin de mes el Supervisor de mantenimiento entregará los reportes semanales al Jefe de área.

El Jefe de área con toda esta información procederá a la



# INFORME TECNICO MENSUAL DE MANTENIMIENTO

NOMBRE DE LA UNIDAD OPERATIVA: \_\_\_\_\_

AREA: \_\_\_\_\_

MES: \_\_\_\_\_ AÑO: \_\_\_\_\_ HOJA: \_\_\_/\_\_\_

## MANTENIMIENTO SEMANAL

CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	H-P	SEMANA ____		SEMANA ____		SEMANA ____		SEMANA ____		REPORTE DEL MES					
			H-E	YA	H-E	YA	H-E	YA	H-E	YA	H-E	YA	TH-E	TH-R	H-NE	
	SUBTOTAL 1															

# INFORME TECNICO MENSUAL DE MANTENIMIENTO

NOMBRE DE LA UNIDAD OPERATIVA: \_\_\_\_\_

AREA: \_\_\_\_\_

MES: \_\_\_\_\_ AÑO: \_\_\_\_\_ HOJA: \_\_\_/\_\_\_

## MANTENIMIENTO MENSUAL

CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	H-P	SEMANA ___		SEMANA ___		SEMANA ___		SEMANA ___		REPORTE DEL MES					
			H-E	%A	H-E	%A	H-E	%A	H-E	%A	H-E	%A	TH-E	TH-R	H-NE	
	SUBTOTAL 2															

# INFORME TECNICO MENSUAL DE MANTENIMIENTO

NOMBRE DE LA UNIDAD OPERATIVA: \_\_\_\_\_

AREA: \_\_\_\_\_

MES: \_\_\_\_\_ AÑO: \_\_\_\_\_ HOJA: /

## MANTENIMIENTO BIMENSUAL

CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	H-P	SEMANA ____		SEMANA ____		SEMANA ____		SEMANA ____		REPORTE DEL MES					
			H-E	%	H-E	%	H-E	%	H-E	%	H-E	%	TH-E	TH-R	H-NE	
	SUBTOTAL 3															

# INFORME TECNICO MENSUAL DE MANTENIMIENTO

NOMBRE DE LA UNIDAD OPERATIVA: \_\_\_\_\_

AREA: \_\_\_\_\_

MES: \_\_\_\_\_ AÑO: \_\_\_\_\_ HOJA: \_\_\_/\_\_\_

## MANTENIMIENTO TRIMESTRAL

CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	H-P	SEMANA ____		SEMANA ____		SEMANA ____		SEMANA ____		REPORTE DEL MES							
			H-E	%	H-E	%	H-E	%	H-E	%	TH-E	TH-R	H-NE					
	SUBTOTAL 4																	

# INFORME TECNICO MENSUAL DE MANTENIMIENTO

NOMBRE DE LA UNIDAD OPERATIVA: \_\_\_\_\_

AREA: \_\_\_\_\_

MES: \_\_\_\_\_ AÑO: \_\_\_\_\_ HOJA: \_\_\_/\_\_\_

## MANTENIMIENTO ANUAL

CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	H-P	SEMANA										REPORTE DEL MES				
			SEMANA		SEMANA		SEMANA		SEMANA		SEMANA		TH-E	TH-R	H-NE		
			H-E	%													
	SUBTOTAL 6																





# INFORME TECNICO MENSUAL DE MANTENIMIENTO

NOMBRE DE LA UNIDAD OPERATIVA: \_\_\_\_\_

AREA: \_\_\_\_\_

MES: \_\_\_\_\_ AÑO: \_\_\_\_\_ HOJA: \_\_\_/\_\_\_

## DISTRIBUCION DE TIEMPOS EN EL MES

ITEM	DESCRIPCION
1	DIAS TOTALES DEL MES
2	DIAS DE DESCANSO (SABADOS Y DOMINGOS)
3	DIAS FERIADOS
4	DIAS LABORABLES [1-(2+3)]
5	TOTAL DE HORAS NORMALES EJECUTADAS EN EL MES
6	H-H SUPLEMENTARIAS Y EXTRAS
7	H-H DISPONIBLES EN EL MES (5+6)
8	H-H NO TRABAJADAS (OTROS TIEMPOS)
9	H-H NETAS PARA MANTENIMIENTO (7-8)
10	H-H REALES PARA MANTENIMIENTO EN EL MES
11	H-H FALTANTES EN EL MES (10-9)

- H-P HORAS PROGRAMADAS
- H-E HORAS EJECUTADAS
- H-R HORAS REALES
- H-NE HORAS NO EJECUTADAS
- A AVANCE DEL TRABAJO

OBSERVACIONES:

-----

-----

-----

-----

-----

-----  
JEFE DE AREA

-----  
JEFE TECNICO

-----  
JEFE DE LA UNIDAD OPERATIVA

Como se puede observar se añaden otros formatos adicionalmente que aportan en el informe.

#### Formato Otros Tiempos

Estas horas no se registran en las órdenes de trabajo porque son horas no trabajadas. Pero se las contabiliza de la siguiente manera:

Comida: El registro de este tiempo se lo efectúa multiplicando el número de trabajadores disponibles del área por el número de días laborables en la semana, y esto por 0.5 hora disponible para la comida.

Otros : Como vacaciones, permisos por Contrato Colectivo, permisos sindicales o asuntos oficiales, permisos médicos, permisos por calamidad doméstica. El registro de estos tiempos se los resumirá y se registrarán en la semana correspondiente.

Luego se obtiene un subtotal para el mes, que representa el valor correspondiente a Otros tiempos

#### Formato de Distribución de H-H

En cada semana del mes se cuantifican las horas ejecutadas por el personal del área y las horas ejecutadas por el personal de otras áreas que colaboran en los trabajos.

Las horas normales que se registran por semana se calculan multiplicando el número de trabajadores del área por el número de horas de trabajo al día y esto por 5

días de la semana. Si se han realizado horas suplementarias o extras se registran en la respectiva semana.

#### **Formato Resumen del mes**

Para realizar una evaluación es conveniente llegar a resumir en un cuadro los subtotales que se generaron en la elaboración del informe. Los subtotales tomados en cuenta serán los referentes a las H-P horas programadas, H-E horas ejecutadas, H-R horas reales y H-NE horas no ejecutadas. Además se considera el subtotal de otros tiempos.

Las horas ejecutadas netas dedicadas a mantenimiento más las horas de otros tiempos totalizan las horas disponibles del mes.

#### **Formato de Distribución de tiempos en el mes**

Constituye un reporte complementario al resumen mensual, donde se verifican resultados de tiempos.

#### **4.5.- Sistematización del Programa de Control y Administración del Mantenimiento.**

La sistematización (trabajo metódico ordenado) constituye una base de apoyo para la Jefatura Técnica, ya que se lograría reducir las pérdidas que para estecaso serían las ocasionadas por el costo de operación de los equipos y la ausencia en la prestación del servicio de energía, y esto se lograría en la medida en que se garantice el correcto funcionamiento de los equipos, redundando en la tarea de lograr la continuidad y confiabilidad del servicio.

El Programa de control y administración del mantenimiento, tiene la finalidad de llevar un registro de las Ordenes, solicitudes de trabajo y control de bodega para mantenimiento, solicitadas o efectuadas a través de las diferentes áreas de mantenimiento, Operación o Administración, inherentes a un programa de mantenimiento preventivo y correctivo. Sistematizado y fundamentado con las bases de datos requeridas para su funcionamiento, que permitirá lograr informes a todas las actividades desarrolladas con los costos propios de ejecución en base a las necesidades exigidas.

Si se desea realizar un sistema computarizado de Control y Administración del mantenimiento se lo debe desarrollar poco a poco, ya que la mayor desventaja de iniciar con un programa completo es que se requiere de un mayor tiempo para preparar los datos a ser ingresados y no siempre se ajustan a las necesidades reales de la planta por lo que sería necesario invertir una cantidad considerable de dinero a fin de que los diseñadores del programa puedan realizar las adaptaciones concernientes.

El programa computarizado de control y Administración debe ser lógico y secuencial con la claridad y sencillez suficiente para ser manejado e implementado en forma inmediata, de ahí que es necesaria la elaboración del flujograma que relacione los siguientes controles.

- Control de equipos e instalaciones
- Control de Trabajo
- Control de materiales, repuestos y herramientas
- Control de Costos de mantenimiento

Aislamiento  
Presión  
Descarga, enfriamiento  
Rodamientos, N<sup>o</sup>, acoplamientos  
Temperatura de trabajo, etc

#### Datos de recepción

Fabricante  
Dirección  
Suministrador-Dirección  
Apertura, cierre, operación, modelo  
Presión: Normal, máxima y mínima, Flujo  
Presión de: Prueba, trabajo, Lubricación,  
etc

#### Actividad o función del equipo

#### Referencias: planos y catálogos

Refacciones  
Cantidad, descripción y fecha  
Fecha de fabricación  
Fecha de Operación  
Stock mínimo  
Stock máximo  
Normas

#### Hoja de vida de equipos

Las variables importantes a ser consideradas son:

Código de identificación  
Nombre del equipo  
Ubicación  
Referencia

Fecha de intervención  
 Tipo de mantenimiento  
     Correctivo  
     Programado  
     Número de veces  
 Total de horas operadas  
 Parte y/o código  
 Causa  
     Operación  
     Mecánica  
     Eléctrica  
     Instrumentación

Causa de la falla y/o trabajo ejecutado  
 Número de la orden de trabajo  
 Repuestos Utilizados  
 Horas-hombre empleadas  
 Tiempo total de parada

#### 4.- Recursos Humanos

Personal propio de la Unidad Operativa para ejecutar los trabajos de mantenimiento.

Por contratación de servicios

#### 5.- Actividades por equipo

Para cada equipo codificado se elaboran las actividades técnicas convenientes a realizar. Este desarrollo involucra los requerimientos de recursos humanos, periodicidad, tiempo estimado, prioridad, consignación etc.

#### 6.- Programación en el tiempo

Es recomendable asumir el método de generación automática del cronograma descrito en el

capítulo 4.

7.- Procedimientos

Constituye una información complementaria al listado de actividades, en el que se detalla los recursos necesarios para desarrollarlas como: materiales, repuestos, herramientas, etc..

8.- Recursos materiales

Se detallan los repuestos, materiales, etc necesarios para la ejecución de las actividades programadas

9.- Programa de indisponibilidad

Se trata del programa de indisponibilidad anual que presenta cada Unidad Operativa con el fin de efectuar los trabajos de mantenimiento.

10.- Programa de mantenimiento

Con la intervención de los items del 1 al 8 se desarrolla el Programa Anual de mantenimiento.

11.- Presupuesto

Se deberá elaborar el presupuesto correspondiente para el financiamiento de la ejecución del programa.

12.- Solicitud de trabajo

Todo trabajo que implique intervención a los equipos de las Unidades Operativas que no estén incluidos en el programa anual de mantenimiento, deben ser solicitados a programación y control, utilizando el instructivo de Solicitud de trabajo.

13.- Jefe de mantenimiento

14.- Programación y control

### 15.- Reunión de coordinación

Un día determinado de la semana, en cada Unidad Operativa habrá una reunión en la cual participan: Jefe Técnico, Jefes de áreas de mantenimiento, Jefe de Operación y el asistente de Programación y Control, para definir la programación de los mantenimientos planeados a través del programa anual y no planeados (solicitudes de trabajo) de la siguiente semana, y las desconexiones previstas para la semana subsiguiente. Para esto el asistente de Programación y control deberá presentar la siguiente información:

- Impresión del programa semanal de mantenimiento para la semana a programar.
- Impresión del registro de solicitudes de mantenimiento no ejecutadas, en la semana correspondiente.
- Desconexiones programadas y autorizadas para el periodo a programar. En base a esta información se analiza la probabilidad de programar las actividades planeadas teniendo en cuenta:
  - Disponibilidad real de los equipos para intervenirlos.
  - Disponibilidad real de recursos humanos.
  - Disponibilidad de materiales, herramientas, repuestos, vehículos, etc.

Posteriormente se analiza la probabilidad de programar las solicitudes de trabajos de mantenimiento (mantenimientos correctivos y preventivos no planeados) de acuerdo con las prioridades de cada uno de ellos.

Definidas las actividades a programar y asignadas las fechas programación y control complementa el programa semanal de mantenimiento preventivo con los mantenimientos correctivos y no planeados, y retroalimenta esta información al programa anual.

16.- El asistente de Programación y control es el encargado de elaborar las Ordenes de Trabajo

17.- Jefe de área

Jefe de área recibe las órdenes de trabajo y distribuye el trabajo.

18.- Ejecución y supervisión de la Orden de trabajo

El supervisor es el encargado de revisar los procedimientos, con el fin de verificar la existencia de recursos como materiales, repuestos, herramientas etc.. En el caso de no existir comunica a su Jefe de área y en el caso de existir elabora la solicitud a bodega correspondiente que deberá ser autorizada por el Jefe de área.

Luego el Jefe de área o delegado pide consignación, con el fin de que Operación ponga las seguridades en base a los procedimientos de Operación. Una copia de la orden de trabajo es entregada a Operación.

Mantenimiento procede a la ejecución y supervisión de la orden de trabajo, para lo cual ya tiene los materiales y repuestos solicitados.

Si se presentarán problemas en la ejecución, requiriéndose de mayor tiempo para dar solución, se debe informar a Operación con el fin de que coordine

con el despacho de carga.

Operación prueba y recibe equipos, si hay problemas debe coordinar con despacho de carga solicitando mayor tiempo y si no los hay operación retira seguridades y el equipo esta disponible.

Seguidamente se adjunta el flujograma respectivo.

19.- Reporte de la Orden de trabajo

El supervisor anotará todos los repuestos y materiales empleados, con sus cantidades.

20.- Registro del trabajo

Cada orden de trabajo será registrada en el reporte semanal de trabajos realizados.

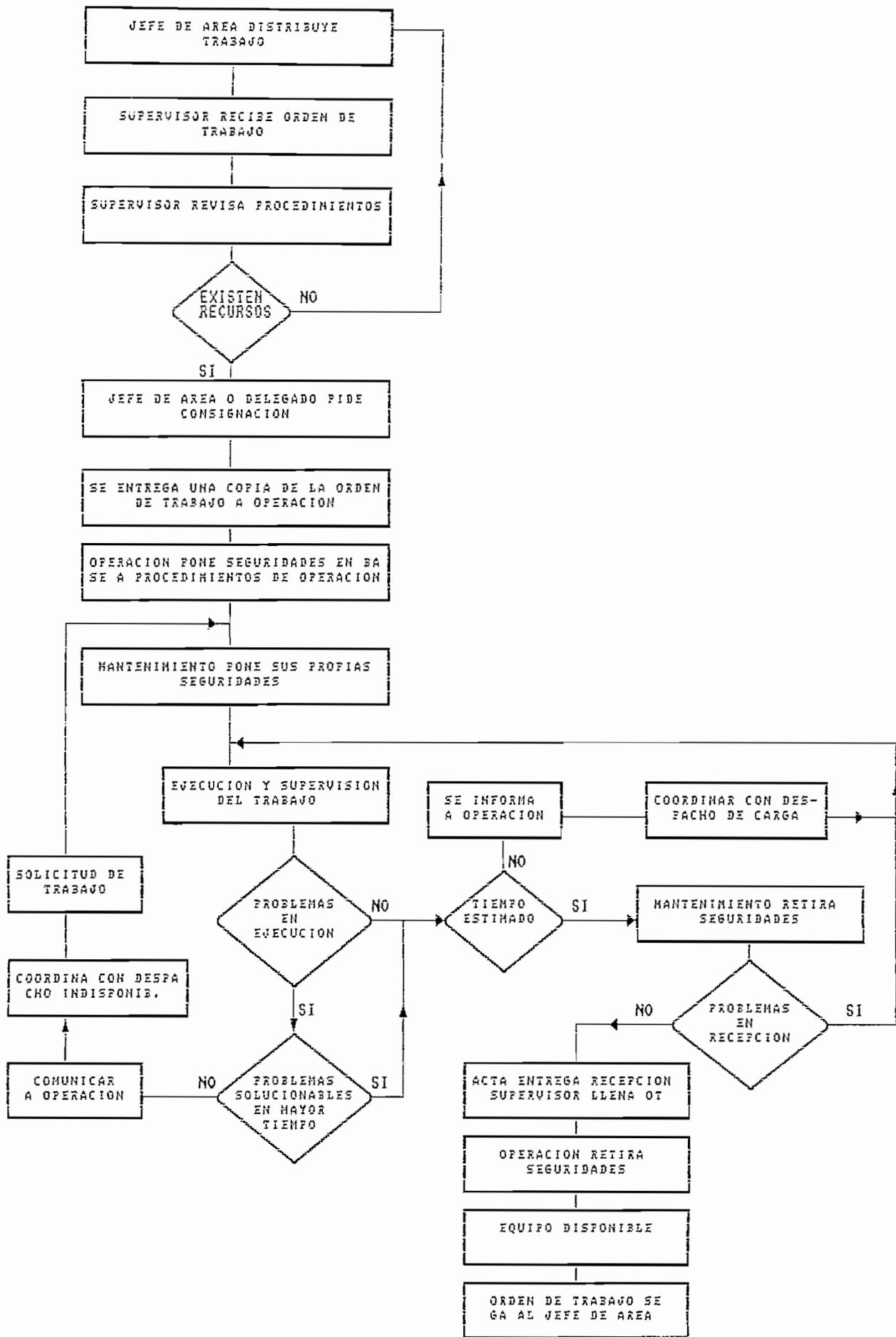
21.- Jefe de área procesa

El jefe de área llena la nómina de los trabajadores y los tiempos reales empleados.

22.- Original y copia a Programación y control

Se realiza el registro y actualización de datos en la hoja de vida del equipo y la original será destinada al Historial en archivos mientras que la copia es entregada a su respectiva área.

El asistente de programación y control junto con el encargado administrativo efectúan los costos de las órdenes de trabajo, tanto del personal como de los materiales empleados.



## CAPITULO V

### 5.- EVALUACION TECNICO-ECONOMICA

Es tarea de Ingeniería de mantenimiento, implantar el control y evaluación, con el fin primordial de alcanzar la mayor productividad posible. Así una evaluación Técnico-Económica permitirá realizar análisis sobre:

- Información existente de Ordenes de Trabajo
- Reportes estadísticos
- Equipos que presentan gran número de órdenes de trabajo.
- Equipos con altos costos de mantenimiento.
- Equipos con gran número de paradas de producción.
- Equipos que han ocasionado largos periodos de espera.
- Reportes de costos unitarios
- Información de costos de paradas.
- Costos de mantenimientos por tipos (Mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo etc)
- Total de costos de mantenimiento por equipos
- Costos de Ordenes de trabajo por equipos
- Análisis de costos laborables
- Pedidos directos del equipo sobre frecuencias de falla por año.

Por lo tanto es necesario establecer, que un informe técnico debe estar relacionado con el centro que maneja los datos de costos de personal, materiales, etc. con el propósito de acceder a los mismos y poder realizar informes completos, que ayuden a tomar decisiones técnicas-económicas acertadas y oportunas.

### 5.1.- Recursos humanos - Administración personal

El personal asociado al cumplimiento de las actividades de mantenimiento, operación y servicios administrativos, de una Unidad Operativa se describirá de acuerdo al organigrama estructural indicado en la figura 2.2 .

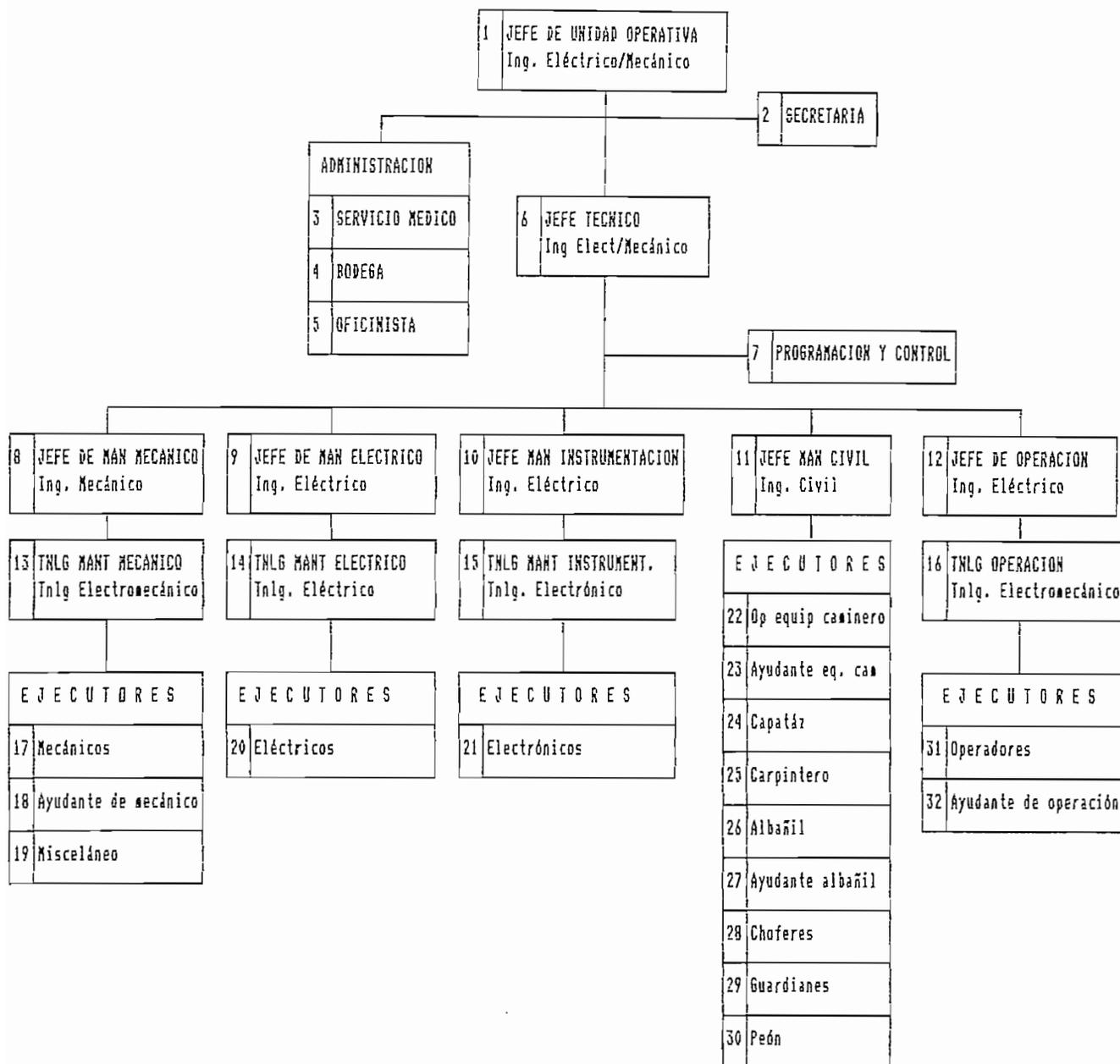


Fig. 5.1.- Organigrama del personal asociado a la administración del mantenimiento.

ITEM	PUESTO	FUNCIONES
1	Jefe de la Unidad Operativa	Ingeniero Eléctrico o Ingeniero Mecánico.- Responsable global de todas las actividades administrativas, financieras y técnicas.
2	Secretaria	Bachiller en secretariado.- Atención al personal, mecanografiado, taquigrafía, archivo, comunicaciones y caja chica.
3	Servicio médico	Doctor en medicina.- Atención de salud a todo el personal. Asistente de enfermería.- Asiste al médico y trabaja bajo su dirección. Control y cuidado del hospital y equipo médico.
4	Bodega	Guardalacén.- Bachiller en comercio, encargado de administrar, recibir, entregar, codificar, almacenar, custodia de bienes, control e informes de materiales y suministros. Oficinista.- Bachiller en comercio, se encarga de la recepción, custodia, despacho de bienes materiales y suministros, elaboración de documentos y registros. Ayudante de oficina.- Mecanografiado, registros, archivo de documentos relativos a la operación de bodega.
5	Oficinista	Bachiller.- Estadísticas, archivo, preparación de documentos, control de varios servicios.
6	Jefe Técnico	Ingeniero Eléctrico o Mecánico.- Responsable de todas las actividades técnicas relacionadas con la operación y el mantenimiento de la Unidad operativa, del área automotriz, equipo caminero y otros equipos de la Unidad Operativa.
7	Programación y Control	Bachiller.- Elaboración, seguimiento y registro de las órdenes de trabajo, de acuerdo al programa de mantenimiento.
8	Jefe mantenimiento Mecánico	Ing. Mecánico.- Responsable de la ejecución del mantenimiento mecánico, programa, controla, ejecuta y supervisa todas las labores relativas a su área.
9	Jefe mantenimiento Eléctrico	Ing. Eléctrico.- Responsable de la ejecución del mantenimiento mecánico, programa, controla, ejecuta y supervisa todas las labores relativas a su área.
10	Jefe mantenimiento de Instrumentación	Ing. Electrónico.- Responsable de la ejecución del mantenimiento mecánico, programa, controla, ejecuta y supervisa todas las labores relativas a su área.
11	Jefe de mantenimiento Civil	Ing. Civil.- Responsable de la ejecución del mantenimiento civil, estadísticas, volúmenes de obras relacionadas con este mantenimiento.
12	Jefe de Operación	Ingeniero Eléctrico.- Supervisar, coordinar, organizar las actividades relacionadas con la operación de la Unidad Operativa.
13	Tecnólogo de mantenimiento mecánico	Tecnólogo electromecánico.- Responsable del grupo de ejecución, ejecuta las actividades programadas y no programadas, entrega las órdenes de trabajo y sus reportes control del personal y cumplimiento de las tareas asignadas.
14	Tecnólogo de mantenimiento eléctrico	Tecnólogo eléctrico.- Responsable del grupo de ejecución, ejecuta las actividades programadas y no programadas, entrega las órdenes de trabajo y sus reportes control del personal y cumplimiento de las tareas asignadas.
15	Tecnólogo de mantenimiento electrónico	Tecnólogo electrónico.- Responsable del grupo de ejecución, ejecuta las actividades programadas y no programadas, entrega las órdenes de trabajo y sus reportes control del personal y cumplimiento de las tareas asignadas.

16	Tecnólogo de operación	Tecnólogo electro-mecánico.- Coordinación y/o ejecución de todas las maniobras operativas y supervisión de las condiciones de operación de la Unidad Operativa.
17	Mecánico	Bachiller Técnico en mecánica Industrial.- Ejecuta tareas de mantenimiento programadas y no programadas de acuerdo a las órdenes de trabajo impartidas, trabaja bajo la supervisión del tecnólogo del área.
18	Ayudante mecánico	Bachiller técnico en mecánica industrial.- Participa en tareas de mantenimiento programadas, de acuerdo a las órdenes de trabajo impartidas, trabaja bajo la supervisión del mecánico.
19	Misceláneo	Obrero.- Ayuda a la ejecución de las tareas de mantenimiento mecánico, tales como pintura, transporte de materiales, etc.
20	Electricista	Bachiller Técnico Electricista.- Ejecuta tareas de mantenimiento eléctrico programadas y no programadas de acuerdo a las órdenes de trabajo impartidas, trabaja bajo la supervisión del Tecnólogo del área.
21	Electrónico	Bachiller Técnico Electrónico.- Ejecuta tareas de mantenimiento eléctrico programadas y no programadas de acuerdo a las órdenes de trabajo impartidas, trabaja bajo la supervisión del Tecnólogo del área.
22	Operador de equipo caminero	Manejo y cuidado de equipos para mantenimiento de vías.
23	Ayudante equipo caminero	Colabora con el manejo y cuidado de equipos para mantenimiento de vías bajo la dirección del operador de equipo caminero.
24	Capataz	Controla, ejecuta y dirige los trabajos de construcción y mantenimiento civil de acuerdo con las instrucciones de la jefatura del área.
25	Carpintero	Carpintero.- Elaboración de trabajos de carpintería responsable del manejo de la maquinaria de carpintería, labora bajo las órdenes y dirección del capataz.
26	Albañil	Obrero con conocimientos de albañilería.- Trabajos de construcciones, adecuaciones, ampliaciones y reparaciones de mantenimiento civil.
27	Ayudante de albañil	Obrero.- Colabora con los trabajos de mantenimiento civil según los requerimientos del albañil.
28	Choferes	Chofer profesional de primera.- Manejo, cuidado y registro del vehículo que conduce.
29	Guardianes	Vigilan las instalaciones de la Unidad Operativa. Control e informe sobre el ingreso o salida de personas o vehículos.
30	Peón	Obrero.- Trabaja en actividades varias de mantenimiento civil, limpieza de cunetas, corte de monte, atención a viviendas, etc.
31	Operadores	Bachiller Técnico.- Ejecución y/o supervisión de labores de operación en sala de control, casa de máquinas, patio de maniobras, laborar en coordinación al Jefe de grupo y coordinar actividades con la Presa.
32	Ayudante de operación	Bachiller Técnico.- Asiste en la operación y control de equipos principales, auxiliares y misceláneos de la Unidad Operativa.

El Jefe de área verifica el número de horas-hombre ejecutadas por los trabajadores a través de las Ordenes de trabajo, y la cuantificación del costo lo realiza Administración con el asistente de Programación y control.

### 5.2.- Recursos materiales con bodega

El término materiales, es utilizado para identificar a la función de servicio responsable por la recepción, almacenamiento, despacho y control de los materiales y repuestos mantenidos en inventarios por las unidades de mantenimiento, de ahí que es conveniente considerar que las responsabilidades de materiales sean ubicadas totalmente bajo control administrativo.

La bodega estará bajo la responsabilidad del Jefe Técnico, el mismo que deberá preocuparse por abastecer la bodega y controlar sus inventarios. Garantizando un nivel óptimo de servicio mediante el establecimiento de procedimientos adecuados de control de bodega.

### 5.3.- Control de costos

#### *Objetivos:*

- Clasificar, asignar, acumular e informar los costos de mano de obra, materiales y contratos de mantenimiento.
- Permitir el análisis de efectividad y reducción de costos de mantenimiento.
- Facilitar la elaboración de pronósticos y el control presupuestario.

### *Costos*

Para que el sistema funcione efectivamente es conveniente que se consideren los siguientes factores:

Costos directos

Un adecuado código de cuenta.

Definición Centro de Costos de mantenimiento.

Informes adecuados.

Entre los costos directos más significativos se encontrarán:

Mano de obra

Materiales y repuestos

Contratos de servicios

El código de gastos debería permitir una adecuada clasificación de los Costos Directos de Mantenimiento.

Los cargos contables se efectuarían siguiendo las normas y procedimientos vigentes en la Empresa o Institución.

Las estructuras contables establecidas en el Manual de cuentas de la Empresa, permitirán una adecuada distribución, acumulación total de gastos y su identificación con las partidas presupuestarias correspondientes, para los efectos del control de la Ejecución presupuestaria.

Entre los Centros de costos a considerar, se tendrían los siguientes:

Instalaciones

Equipos

Auxiliares

Según lo anterior, los cargos a los Centros de Costos de

mantenimiento, se podrían efectuar de la siguiente manera:

- A través del sistema contable.
- A través de la Acumulación de costos por Ordenes de trabajo.

La primera alternativa, permitirá cargar costos directos a los Centros de costos de mantenimiento con precisión contable. Este nivel de precisión, aunque deseable, no es necesario para los efectos de mantenimiento.

La segunda alternativa, se basa en las acumulación de costos de Ordenes de trabajo a través de mano de obra, equipos y costos reales de materiales, repuestos y contratos. Este computo permitirá calcular el costo de cada orden de trabajo y cargar directamente a:

Centros de Costos de mantenimiento.

El equipo o instalación, incluido en el Sistema de Control Equipos e Instalaciones.

El encargado de cada Centro de costos, deberá ser informado periódicamente, de los costos de mantenimiento, los cuales serían:

Costo total de Ordenes de trabajo

Costo de mano de obra

Costo de Materiales y repuestos

Costo de contratos

Otros costos

Número de Ordenes de trabajo realizadas

Costos cargados a Ordenes de trabajo abiertas

Costo total cargados a cada equipo o instalación, cubierta por el Centro de costos.

Esta información sobre costos de mantenimiento permitirá:

- Conocer con precisión los Costos de mantenimiento de los equipos e instalaciones.
- Estimar adecuadamente los costos para períodos futuros, en partidas para mantenimiento.
- Determinar la distribución de la mano de obra del personal de mantenimiento por centros de costos o responsabilidad.
- Determinar y estimar la magnitud y estructura de la mano de obra, materiales y repuestos de mantenimiento.

Las fuentes de información para la acumulación de costos de Ordenes de Trabajo serían:

Planillas de control de mano de obra  
Solicitud de materiales  
Pagos de materiales  
Pagos por otros conceptos

Es necesario que el personal de mantenimiento a través de la planilla de control de mano de obra, conforme periódicamente sobre las horas trabajadas.

El asistente de Programación y Control con el delegado administrativo se encargarán de realizar los costos de las órdenes de trabajo asociadas a mantenimiento, con el fin de realizar informes económicos en períodos no muy cortos.

#### **5.4.- Sistema automatizado de Análisis Técnico - Económico**

El sistema automatizado para seguimiento y análisis técnico-económico sobre los trabajos de mantenimiento efectuados, esta basado en requerimientos de ingresos de

datos mínimos del sistema de Mantenimiento Preventivo, programas u órdenes de trabajo.

Los datos de ingreso al sistema pueden ser arreglados de varias formas, aunque la información puede ser proporcionada:

- Identidad de equipo  
(Por ejemplo el número de motor, número de circuito, etc.)
- Fecha
  
- Texto claro de lo que se ha hecho
  
- Tipo de trabajo

Puede ser indicado mediante los siguientes códigos:  
Tipos de trabajo

- 1 Trabajo efectuado por el supervisor de Mantenimiento Preventivo.
  
- 2 Trabajo informado por el supervisor de Mantenimiento Preventivo.
  
- 3 Parada imprevista
  
- 4 Mantenimiento Preventivo
  
- 5 Trabajo de reparación
  
- 6 Nueva manufacturación

La clasificación de tipos de trabajo puede ser utilizada como una base para administrar las actividades de mantenimiento, por ejemplo para establecer el tamaño necesario de una organización de Mantenimiento Preventivo.

A pesar de un limitado ingreso de datos, pueden obtenerse datos valiosos de salida.

En el sistema automatizado los siguientes reportes estarán disponibles:

- Informe del reporte principal.- Este sería un resumen de fallas reportadas o informadas por componente, con número unitario, identidad propia, tiempo de corrección, tipo de trabajo y descripción del trabajo ejecutado.
- Informe de la cantidad de fallas por semana.
- Reportes de distribución de tipos de trabajo.- Muestra la relación entre tipos de trabajo, por ejemplo entre Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Correctivo.
- Reporte de los diez mayores.- serían aquellos equipos que presentan la frecuencia más alta de falla.

Los reportes de los diez mayores simplificarían el trabajo puesto que facilitarían el análisis en menor tiempo.

Los datos de salida pueden ser pedidos en términos económicos si es posible ingresar información concerniente a costos de mano de obra, materiales y equipo.

Si los datos sobre interrupciones de producción, con detalles de costos para interrupciones relacionadas con el mantenimiento pueden ser proporcionados como datos de ingreso, el sistema se habrá convertido en un sistema para análisis Técnico-Económico de trabajo de mantenimiento.

Es sin embargo difícil proporcionar la información correcta para un sistema de análisis Técnico-Económico para trabajos de mantenimiento, sino existe un sistema apropiado, diseñado y utilizado de control de stocks y rutinas de órdenes de trabajo, con su respectivo registro de tiempos.

Si se inicia desde el nivel de análisis técnico, una rutina puede ser establecida con el personal de mantenimiento, quien estará motivado para aplicar y comprender el seguimiento y planificación del trabajo de mantenimiento.

Un sistema de análisis Técnico-Económico requiere considerablemente de los datos de ingreso, los cuales son utilizados como una base para los datos de salida de los reportes técnicos o económicos.

Los siguientes datos adicionales son necesarios para el análisis técnico:

- De la orden de trabajo.- El tiempo tomado para efectuar el trabajo.
- Del sistema de control de Stocks.- Consumo de materiales y partes.

#### **5.5.- Indices de mantenimiento**

A continuación se describirán los índices como una forma de medición que permita evaluar el mantenimiento. La filosofía empleada en la conceptualización de los indicadores es general para todas las Unidades Operativas.

Siendo su cuantificación particular para cada Unidad Operativa, debido a la forma y tiempo de intervención a las Instalaciones. Se tratarán en forma conceptual.

Además estos índices serán utilizados por la DOSNI.

Índice: **INDISPONIBILIDAD POR FALLA (IF)**

Es el porcentaje relativo de energía no disponible, debido a la salida de una o más unidades por falla.

Fórmulas de cálculo:

Por Unidad 
$$IF = \frac{HFSF}{HP} * 100$$

Por Central

$$IF = \sum_{i=1}^n \frac{(HFSF)_i (CE)_i}{HP \sum_{i=1}^n (CE)_i} * 100$$

Donde:

Horas fuera de servicio por falla (HFSF)

Son las horas que una Unidad permanece fuera de servicio al ocurrirle algún incidente que haga que se dispare o bien sea necesario sacarla de servicio. La duración será hasta que vuelva a estar disponible.

Capacidad efectiva (CE)

Es la potencia máxima de generación establecida oficialmente para una unidad, referida a las condiciones de diseño.

Horas período (HP)

Son las horas que conforman un período considerado.

Ejemplo:

Horas fuera de servicio de la Unidad U1 0.8 hora

Horas fuera de servicio de la Unidad U2 0.26 hora

Periodo considerado 720 horas

Capacidad efectiva Unidad 1 = Unidad 2 78 MW

$$IF_{U_1} = (0.8 * 100) / 720 = 0.1111\%$$

$$IF_{U_2} = (0.26 * 100) / 720 = 0.03611\%$$

$$IF_{\text{central}} = \frac{\{(0.8 * 78) + (0.26 * 78)\} * 100}{720 * (78 + 78)} = 0.0736\%$$

Índice: INDISPONIBILIDAD POR MANTENIMIENTO PROGRAMADO  
(IMP)

Es el porcentaje relativo de energía no disponible, debido al tiempo que una o más Unidades permanecen fuera de servicio con permiso para trabajos de mantenimiento programado.

Fórmulas de cálculo:

Por Unidad 
$$IMP = \frac{HFSMP}{HP} * 100$$

Por Central

$$IMP = \sum_{i=1}^n \frac{(HFSMP)_i * (CE)_i}{HP * \sum_{i=1}^n (CE)_i} * 100$$

Donde:

Horas fuera de servicio por mantenimiento programado (HFSMP)

Son las horas acumuladas al periodo que una Unidad permanece indisponible para la realización de trabajos de mantenimiento programado, conforme a lo convenido con el Despacho de carga.

Capacidad efectiva (CE)

Es la potencia máxima de generación establecida oficialmente para una Unidad, referida a las condiciones de diseño.

Horas periodo (HP)

Son las horas que conforman un período

Ejemplo:

HFSMP = 135.7 horas

HP: = 720 horas

$$IMP_{U1} = \frac{135.7}{720} * 100 = 18.84\%$$

Índice: DISPONIBILIDAD (D)

Es el porciento relativo de energía del cual puede disponer el sistema, independiente de que ésta sea o no, requerida.

Fórmulas de cálculo:

Por  
Unidad

$$D = \frac{HP - (HFSF + HFSMP + HEFSD + HFSFG + HFSCA)}{HP} * 100$$

Por  
Central

$$D = \sum \frac{HP - (HFSF + HFSMP + HEFSD + HFSFG + HFSCA)_i * (CE)_i}{HP * \sum_{i=1}^n (CE)_i} * 100$$

Donde:

Horas fuera de servicio por falla (HFSF)

Son las horas que una Unidad permanece fuera de servicio al ocurrirle algún incidente que haga que se dispare o bien sea necesario sacarla de servicio. La duración será hasta que vuelva a estar disponible.

Horas fuera de servicio por mantenimiento programado (HFSMP)

Son las horas acumuladas al período que una Unidad permanece indisponible para la realización de trabajos de mantenimiento programado, conforme a lo convenido con el Centro Nacional de Control de Energía. La duración será hasta volver a estar en servicio.

Horas equivalentes por decremento (HEFSD)

Son las horas en que una Unidad en operación presenta insuficiencia en su capacidad de generación, multiplicado por la magnitud de la insuficiencia y referido a su capacidad efectiva.

$$\text{HEFSD} = \frac{\text{CD} * \text{HD}}{\text{CE}}$$

donde:

- CD Capacidad decrementada
- HD Horas de duración del decremento
- CE Capacidad efectiva

Horas fuera de servicio por falta de agua (HFSFG)

Son las horas en que una Unidad permanece fuera de servicio por falta de agua (sin posibilidades de generar) o bien por restricciones de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARCH).

Horas fuera de servicio por causas ajenas (HFSCA)

Son las horas acumuladas en el período que una unidad permanece fuera de servicio al ocurrir un disturbio ajeno a la que provoque su salida, tales como: fenómenos naturales, eventos en sistema, etc. excluyendo falta de agua. La duración será hasta volver a estar en servicio.

Capacidad efectiva (CE)

Es la potencia máxima de generación establecida

oficialmente para una unidad, referida a las condiciones de diseño.

Horas período (HP)

Son las horas que conforman un período considerado.

Ejemplo:

HFSF = 0.8

HFSMP = 135.7

HFSCA = 17.565

HD = 720

HP = 720

CD = 8

CE = 78

$$D = \frac{720 - (0.8 + 17.565 + 135.7 + 8 * (720/78)) * 100}{720} = 68.34\%$$

**Indice: CONFIABILIDAD (C)**

Es la probabilidad de que una unidad no salga de servicio motivado por una falla. Este indicador se lo calcula en forma anual.

Fórmula de cálculo

Por Unidad

$$C = \left(1 - \frac{HFSFA}{HFSFA + HOAA}\right) * 100$$

Donde :

Horas fuera de servicio por falla acumuladas en los últimos 12 meses (HFSFA)

Son las horas acumuladas de los últimos doce meses que una Unidad permanece fuera de servicio, al ocurrirle algún incidente que haga que se dispare o bien sea necesario sacarla del servicio.

Horas en operación acumuladas en los últimos 12 meses (HOAA)

Son las horas acumuladas en los últimos doce meses que una Unidad permanece sincronizada.

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{HFSFA} &= 0.8 & C &= 1 - \frac{C.8}{0.8 + 399} = 99.7\% \\ \text{HOAA} &= 399 \end{aligned}$$

**Indice: REGIMEN DE SALIDA POR FALLA (RSF)**

Es la relación que existe entre el número de salidas por falla al número de salidas por mantenimiento y salidas por falla, expresada en porcentaje.

Fórmula de cálculo:

Por Unidad 
$$RSF = \frac{SF}{SF + SMP} * 100$$

Por Central 
$$RSF = \sum_{i=1} \frac{(SF)_i + (SMP)_i}{(SF)_i + (SMP)_i} * 100$$

Donde:

Salidas por falla (SF)

Es el número de veces que se dispara o se pone manualmente fuera de servicio una unidad como resultado de un incidente propio de la unidad o de su equipo auxiliar.

Salidas por mantenimiento programado (SMP)

Es el número de veces que una Unidad sale de servicio para efectuarle trabajos de mantenimiento, conforme al calendario anual convenido con el Despacho de carga.

Ejemplo:

$$SF = 1$$

$$SMP = 2$$

$$RSF = \frac{1}{1 + 2} * 100 = 33.33\%$$

Índice: HORAS ACUMULADAS DE OPERACION DESPUES DEL ULTIMO  
MANTENIMIENTO MAYOR (HAODUMA)

Son las horas en operación que una unidad acumula a partir del momento que se sincroniza, después del mantenimiento mayor a dicha Unidad.

Fórmula de cálculo:

Por Unidad

**HAODUMA**

Donde:

Horas acumuladas de operación después del último mantenimiento mayor (HAODUMA)

Son las horas de operación, como generador y/o como condensador, que una unidad acumula a partir del momento que se sincroniza, después de un mantenimiento mayor.

Índice: HORAS ACUMULADAS DE OPERACION DESPUES DEL ULTIMO  
MANTENIMIENTO MENOR (HAODUME)

Son las horas en operación que una unidad acumula a partir del momento que se sincroniza, después de un mantenimiento menor (mantenimiento que demora períodos menores a un mes, en equipos primarios)

Por Unidad

**HAODUME**

Donde:

Horas acumuladas de operación después del último mantenimiento menor (HAODUME)

Son las horas en operación, como generador y/o como condensador que una unidad acumula a partir del momento que se sincroniza, después de un mantenimiento menor.

Indice: COSTO UNITARIO DE MANTENIMIENTO (CUM)

Es el gasto promedio por mantenimiento por KWH neto producido.

Fórmula de cálculo:

$$CUM = \frac{GM}{GB - (UP + UG)}$$

Por  
Central

Donde:

Gasto de mantenimiento (GM)

Dato reportado por los auxiliares contables, con cargo a la subfunción de mantenimiento.

Generación bruta (GB)

Es la cantidad de energía eléctrica producida por una o más Unidades generadoras medida a la salida del generador.

Usos propios (UP)

Es la cantidad de energía eléctrica consumida por los servicios que son de uso exclusivo de una unidad.

Usos generales (UG)

Es la cantidad de energía eléctrica consumida con los servicios de la central, que no son de uso exclusivo de alguna unidad.

Índice: COSTO ESPECÍFICO DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO  
(CMP)

Es el gasto de mantenimiento programado por cada KW nominal mantenido.

Fórmula de cálculo:

Por Central

$$CMP = \frac{GEMP}{CEMCE}$$

Donde:

Gasto ejercido en mantenimiento programado (GEMP)

Es el gasto realizado exclusivamente por la ejecución de mantenimientos programados mayores y/o menores de las Unidades generadoras.

Capacidad efectiva mantenida con cargos efectuados (CEMCE)

Es suma de las capacidades efectivas de las Unidades a que se les reporta el cargo total de su mantenimiento mayor o menor, en su período, debiéndose reportar en el mes en que se conozca el gasto ejercido de mantenimiento programado de las unidades.

Índice: VARIACIÓN EN EL COSTO DEL MANTENIMIENTO PROGRAMADO (VCMP)

Es el valor porcentual que muestra el ejercicio del presupuesto de mantenimiento mayor y/o menor de las Unidades generadoras, según el último presupuesto.

Fórmula de cálculo

Por  
Central

$$VCMP = \frac{GEMP}{GPMP} * 100$$

Donde:

Gasto ejercido en mantenimiento programado (GEMP)

Es el gasto realizado exclusivamente por la ejecución de mantenimientos programados mayores y/o menores de las Unidades generadoras.

Gasto presupuestal del mantenimiento programado (GPMP)

Es el gasto presupuestado para la ejecución de mantenimientos programados mayores y/o menores de las Unidades Generadoras, según el último presupuesto autorizado.

**5.6. Índices de medición de los trabajos de mantenimiento**

Toda planeación debe considerar una forma de medición que permita evaluar las actividades ejecutadas y compararlas, de tal forma que retroalimente los objetivos propuestos.

El procedimiento de valoración de las actividades, se fundamenta en las horas - hombre (h-H) de trabajo, contempladas en el manual de actividades.

El sistema a base de las horas-hombre permite valorar la programación y avance de los mantenimientos, en cualquier etapa, su alcance llega al análisis de actividades de mantenimiento por equipo.

El desglose de las actividades valuadas en horas-hombre (h-H) por equipo, permite valorar la cantidad de mantenimiento anual promedio.

Los tipos de actividades son:

Programada	(PRO)
Realizada	(REA)
Fuera del programa	(F/P)
No programada	(N/P)
Falla	(FA)

La actividad programada se referirá a la carga original asignada en horas hombre en el programa general.

La actividad realizada contempla las horas - hombre realizadas en tiempo y forma de acuerdo a lo que previamente se establece durante el mes en cuestión.

La actividad Fuera del programa, es la actividad realizada dentro del programa anual, que por alguna razón fueron rezagadas o adelantadas con respecto a la planeación. El ejercicio de ésta actividad refleja el grado de incumplimiento del ejercicio del programa en lo concerniente a las prioridades establecidas en la planeación.

La actividad no programada representa la utilización de horas-hombre dedicadas a los trabajos de mantenimiento no considerados en la planificación.

La actividad, fallas representa a las horas-hombre empleadas en el mantenimiento dedicado a la atención de fallas.

Un programa de mantenimiento debe realizarse con eficiencia; por ello es necesario controlar como parte de ella el rendimiento de los recursos involucrados, en especial el humano.

Una forma de medir el rendimiento de la fuerza de trabajo es comparar los recursos asignados en relación a la cantidad de trabajo ejecutado.

Si partimos de la Disponibilidad promedio de horas hombre anual por trabajador para mantenimiento ( lo que el trabajador rinde anualmente en horas-hombre de actividad real), éste valor debe ser por lo tanto el índice de productividad anual mínimo ha obtenerse del trabajo real

ejercido por cada trabajador en actividades de mantenimiento real en horas-hombre por año.

Los rendimientos de un programa de mantenimiento pueden medirse de dos formas:

Indice de productividad (IP1), utilizando la mano de obra de tiempo normal.

Indice de productividad (IP2) utilizando la mano de obra de tiempo normal más el tiempo extra.

Considerando que una hora-hombre extra es igual a una hora-hombre de trabajo real.

En las horas-hombre de tiempo normal se considerarán a la suma de las horas-hombre (REA + F/P + N/P + FA) menos las horas-hombre de tiempo extra.

Si dividimos la Disponibilidad promedio de horas hombre anual por trabajador para mantenimiento DPHAT ( lo que el trabajador rinde anualmente en horas-hombre de actividad real) para el número de días que un trabajador labora como promedio en el año, obteniéndose un cociente que representa las horas-hombre de rendimiento diario por trabajador.

Este rendimiento indica las horas-hombre disponibles por cada trabajador, que debe calcularse como mínimo del ejercicio diario de las actividades y que para el caso del índice de productividad representa el 100%.

Para calcular el índice de productividad de tiempo normal se debe ejecutar la siguiente operación:

$$IP1 = \frac{\text{Horas-Hombre tipo normal} - \text{Horas -hombre tipo extra}}{\text{Horas-Hombre disponibles}} \cdot 100$$

El número de créditos disponibles = DPHAT \* Número de trabajadores que hayan participado en la ejecución de las actividades.

Para determinar el índice de productividad de tiempo normal más tiempo extra se utilizará la siguiente fórmula:

$$IP2 = \frac{\text{Horas-Hombre ( REA + F/P + N/P + FA )}}{\text{Horas-Hombre disponibles}} \times 100$$

La diferencia de IP2 - IP1 es igual a la desviación de mano de obra por tiempo extra.

La multiplicación de DPHAT por el número de trabajadores tabulados representa el número de horas-hombre tabulados anual.

#### Índice Desviación de mano de obra tabulados DMOT

La desviación de la mano de obra se obtiene de la siguiente forma:

$$DMOT = \frac{\text{Horas-Hombre (Normales+Extras)-(horas-hombre tab.)}}{\text{Horas-Hombre tabulados}} \times 100$$

El formato IP-1 sirve para registrar los datos parciales necesarios para el cálculo de los índices de medición de los trabajos de mantenimiento.



## CAPITULO VI

### 6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### *CONCLUSIONES*

- Se ha cumplido con el objetivo de esta tesis, ya que se ha elaborado una metodología guía de los procedimientos que deben tomarse en cuenta para organizar, programar, administrar, controlar y evaluar el ejercicio del mantenimiento en los Sistemas Eléctricos de Potencia.
- El comportamiento de la confiabilidad en el período inicial o de infancia tiene un bajo valor, luego a medida que se practique incrementos adecuados de cantidades de mantenimiento se conseguirá un incremento mayor de confiabilidad, hasta cierto límite donde ya no es rentable emplear una gran cantidad de mantenimiento para aumentar muy poco o casi nada el valor de la confiabilidad, por ello es necesario que los historiales de los equipos se los mantengan asociados a los costos que generan sus intervenciones y determinar de una forma eficaz el tiempo de la vida económica para reemplazarlos.
- La organización de los mantenimientos deben ser ideados dentro de la planeación de los objetivos.
- El éxito de una buena planeación del mantenimiento radica en la veracidad de la información obtenida de las necesidades que exige cada uno de los equipos para conservar su vida útil y económica.

- El orden prioritario de las actividades, ayuda a optimizar el ejercicio de los recursos, dirigiendo el mantenimiento a las necesidades más críticas que ponen en riesgo la confiabilidad del equipo administrando aquellos que no lo son con el consecuente resultado de ejercer un mantenimiento más económico.
  
- La tarea del Ingeniero administrador del mantenimiento, es una planeación clara donde define metas y objetivos, así como el formular políticas, programas, propuestas, estrategias, procedimientos que permitan alcanzarlos, investigando a fondo las diferentes alternativas que conduzcan al ejercicio eficiente.
  
- Una vez lograda la planificación se requiere una organización adecuada, estableciendo las funciones y jerarquías en donde las obligaciones y responsabilidades quedan bien definidas, favoreciendo con esto la integración de los grupos de trabajo.
  
- Con una buena planificación y organización el Jefe Técnico se convierte en el líder del grupo, ya que se encarga de la supervisión, del flujo de la comunicación, y de la toma de decisiones dirigidas a las áreas de mantenimiento y operación. Además ejecuta un control que le permitirá interpretar el grado de avance que guardan los objetivos planteados.
  
- Permanentemente el Ingeniero Jefe Técnico debe actualizar los procedimientos utilizados en los mantenimientos, a través de una revisión periódica de los sistemas de trabajo y herramientas y el

ejercicio de la capacitación, para alcanzar altos grados de especialización, y poder conceder mayor delegación de autoridad, dedicándose al trabajo exclusivo de administración, convencido que su actividad prioritaria es hacer Ingeniería de mantenimiento al menor costo posible.

- El programa de mantenimiento es la base que permitirá lograr la administración integral del mantenimiento. Debido a que éste se relaciona con el área técnica, bodega, personal, área financiera.
- En el capítulo 4 se ha desarrollado los flujogramas que permiten la administración y el control del ejercicio del mantenimiento, si se desea su automatización pueden seguirlo, comenzando poco a poco, para luego integrar todo, los datos o variables que necesiten para relacionar las diferentes bases de datos lo encontrarán en los instructivos o en los formatos que se describen.
- En la Central Pucará se está implantando esta metodología de administración del ejercicio del mantenimiento, y como primer paso se estructuró la desagregación y codificación de instalaciones existentes, luego se elaboraron las actividades técnicas adecuadas cronológicamente distribuidas en el programa anual de mantenimiento preventivo.

Es importante precisar que el método adoptado por la Central Pucará, cumple con los objetivos de organización y administración del mantenimiento y por ser un desarrollo propio es fácilmente aplicable ahorrando costos y tiempo.

- Es necesario establecer una relación directa con el centro que maneja los datos de costos de personal, y otros, para tener acceso a la información de los mismos y llegar a evaluaciones técnicas-económicas acertadas y oportunas.

### *RECOMENDACIONES*

Se recomienda lo siguiente:

- Crear los lineamientos para el diseño de la estructura que tendrá la responsabilidad por Operación y mantenimiento de los equipos e instalaciones.
- Definir las funciones y responsabilidades de cada puesto dentro de la organización.
- Un buen administrador debería tener siempre en mente el concepto de productividad, sinónimo de calidad en su sentido amplio, que sería la capacidad de optimar recursos, y encauzar esfuerzos hacia un objetivo.
- La obligación de toda persona que tiene a su cargo un equipo que pertenece o da servicio, tratar de conservarlos en las mejores condiciones de operación con la mejor seguridad y por el mayor tiempo posible.
- En todo sistema de Administración del mantenimiento definir las siguientes áreas de responsabilidad:
  - Control de los trabajos de mantenimiento fundamentado en el flujo del procesamiento y control de una orden de trabajo generada del programa de mantenimiento preventivo o a través de una solicitud de trabajo.
  - Control de equipos de manera que se puedan establecer informes, para completar el historial de los mismos.

- Control de materiales y repuestos utilizados en la ejecución de los mantenimientos, de tal manera de poder programar su adquisición y controlar su existencia, para garantizar la ejecución de los trabajos.
  
- Control de costos de las actividades de mantenimiento
  
- El Ingeniero encargado de una Jefatura de mantenimiento debe ser un ejecutivo con capacidad técnica y administrativa, que asuma la responsabilidad de aplicar la Ingeniería de Confiabilidad, en su campo de acción laboral, que siempre se permita relación directa con los directivos de la Empresa o Institución.
  
- Debido a las políticas practicadas, se han venido improvisando administradores para puestos directivos. Sin darse cuenta que la persona que ocupa este puesto se reviste de poder y mando, para tratar todos los trámites donde se decide, por ello se recomienda que para estos puestos deberían escoger aquellos profesionales que trabajan algunos años en la Institución o Empresa, mostrando aptitudes y actitudes técnicas y administrativas, luego capacitarlos para las funciones que van a desempeñar.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- CONFIABILIDAD DE SISTEMAS DE POTENCIA, Ing. Alfredo Mena Pachano, EPN, Quito, 1983.
- 2.- DOCUMENTO NORMATIVO AL MANTENIMIENTO DE CENTRALES TERMOELECTRICAS, Comisión Federal de Electricidad CFE, Central Termoeléctrica "Gral. Manuel Alvarez Moreno", México, 1990
- 3.- MAINTENANCE AND RELIABILITY, IDHAMMAR FORLAG AB, Suecia, 1986.
- 4.- APLICACION DE LA ADMINISTRACION DEL CONTROL DE PERDIDAS AL MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES DE POTENCIA, Ing. Jerónimo Aguilar Ayala, CFE, México, Octubre 1991.
- 5.- CONTROL INTEGRADO DE GESTION, INECEL, Dirección de Operación del Sistema Nacional Interconectado, Quito, 1992.
- 6.- INSTRUCTIVO PARA REGISTRO DE EQUIPOS, SUMA I-1-1, INECEL, Superintendencia de Producción y Transporte, Comisión de Administración de Mantenimiento, Octubre de 1991
- 7.- TIPOS DE MANTENIMIENTO Y CODIFICACION PARA MANTENIMIENTO, SUMA I-1-2, INECEL, Superintendencia de Producción y Transporte, Comisión de Administración de Mantenimiento, Noviembre de 1991.
- 8.- INSTRUCTIVO PARA LA ELABORACION DEL MANUAL DE TRABAJO, SUMA I-1-2.1, INECEL, Superintendencia de Producción y Transporte, Comisión de Administración de Mantenimiento, Noviembre de 1991.

- 17.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DENTRO DE LA ORGANIZACION DE LA EXPLOTACION, UTE, Ings. Ricardo Etcheverry y Carlos Martony, Uruguay, Montevideo Abril de 1991.
  
- 18.- EXPERIENCIA EN LA REALIZACION DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO CON LOS CONTRATISTAS EN REDES DE DISTRIBUCION, CHILECTRA, Chile, 1991.

## DESCRIPCION DE VARIABLES

CAM	COMITE DE ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO
PC	PROGRAMACION Y CONTROL
OT	ORDEN DE TRABAJO
ST	SOLICITUD DE TRABAJO
H-H	HORAS HOMBRE
H-E	HORAS EJECUTADAS
H-R	HORAS REALES
H-NE	HORAS NO EJECUTADAS
A	AVANCE

**ANEXO 1**

# CENTRAL HIDROELECTRICA PUCARA

INSTALACION		SISTEMAS								
No.	DESCRIPCION	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	Presa	Toma de carga	Vertedero	Desague de fondo	Instrumentación	Eléctricos	Estación Meteorológica	Obras civiles generales		
1	Conducción y descarga de agua	Obra de toma	Túnel de carga	Tubería de presión	Descargas	Caplaciones complementarias	Cámara de válvulas			
2	Unidad Hidroel. No. 1	Turbina Hidráulica	Generador	Transformador de Unidad	Válvula esférica	Regulador de velocidad	Agua de enfriamiento	Sistema de engrase centralizado.	Panel control registro alarmas frente 3-6	
3	Unidad Hidroel. No. 2	Turbina Hidráulica	Generador	Transformador de Unidad	Válvula esférica	Regulador de velocidad	Agua de enfriamiento	Sistema de engrase centralizado	Panel de control registro de alarmas frente 3-6	
4	Patio de 138 KV.	Posición Unidad No1	Posición Unidad No2	Posición Línea Quito	Posición Línea Ambato	Posición barra Principal y de Transferencia	Otros	Cable de 138 KV		
5	Patio 13.8 KV	Posición Línea Fisayambo	Posición Línea Campamento	Posición acometida casa de máquinas	Posición acometida EERSA	Posición acometida Unidad de Emergencia	Otros			
6	Instalaciones Auxiliares Comunes	Aire comprimido regulación	Corriente continua	Mando - sincronización	Servicios Auxiliares de 220V	Levantamiento	Sistema contra incendios			
7	Instalaciones Servicios Generales	Unidad de Emergencia	Comunicaciones	Acondicionamiento de aire	Servicios y Otros	Puente grúa casa de máquinas	Vehículos	Talleres	Drenajes	Sistema Contra incendios
8	Instalaciones Civiles	Edificios	Casa de máquinas	Accesos, Vías y carreteras	Campamentos					

# CENTRAL HIDROELECTRICA PUCARA

INSTALACION: Presa

SYSTEMS		DESCRIPCION DE LOS SUBSISTEMS					
No.	DESCRIPCION	0	1	2	3	4	5
00	Toma de carga	Izaje de compuertas	Compuerta de Emergencia	Compuerta de Servicio	Control y protecciones		
01	Vertedero	Vertedero	Canal	Control de nivel			
02	Desague de fondo	Válvulas y tuberías	Accionamiento de la Válvula mariposa	Accionamiento de la V. H. Runner	Illuminación y Tomas	By-pass	
03	Instrumentación	Puntos de control topográfico	Piezómetros	Drenes (pozos de alivio)			
04	Eléctricos	Línea Primaria 13.8 KV	Comunicaciones	Instrumentación y medición			
05	Estación Meteorológica	Termómetros	Tina de evaporación	Precipitación			
06	Obras civiles generales	Presa	Ebalse				

CENTRAL HIDROELECTRICA PUCARA

INSTALACION: Conduccion y descarga de agua

SISTEMAS Y SUBSISTEMAS

DESCRIPCION DE LOS SUBSISTEMAS									
SISTEMAS		1	2	3	4	5	6	7	8
No.	DESCRIPCION	0	1	2	3	4	5	6	8
10	Obra de lona	Ataques	Tubería de acueducto						
11	Túneles de cara	Túnel	Chimenea de equilibrio						
12	Tubería de presión	Tubería	Válvulas (NET)	Drensajes					
13	Bascargas	Compuertas							
14	Capataciones complementarias	Rocatonas	Túneles						
15	Cámara de válvulas by-pass		Control de sobreflujo	Válvula mariposa	Mando Hidráulico	Válvula de aire	Eléctricos	Puente grúa Instrumentación	Otros

# CENTRAL HIDROELECTRICA PUCARA

Instalación: Unidad Hidroeléctrica No 2

SISTEMAS		DESCRIPCION DE LOS SUBSISTEMAS									
No.	DESCRIPCION	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	Turbina Hidráulica	Turbina	Cojinete guía	Inyección de agua	Contrachorro	Descarga	Instrumentación Cojinete Guía	Instrumentación Turbina	Panel de control Local Turbina	Panel de control Turbina (frente)	Panel de control Turbina posterior
31	Generador y auxiliares	Cojinete inferior	Rotor	Estator	Cojinete combinado	Conexión Generador- Trafo	Excitatriz	Enfriamiento del Generador	Frenado y levantamiento	Puesta a tierra del neutro	Instrumentación Cojinete combinado
32	Transformador de Unidad	Instrumentación Cojinete guía inferior.	Instrumentación del rotor	Instrumentación del estator	Instrumentación de la excitatriz	Instrumentación de levant. y frenado	Panel de control del generador sección frente	Panel de control sección posterior	Panel control Hidráulico		
33	Válvula esférica	Transformador	Enfriamiento	Nitrógeno a presión	Instrumentación del transform.	Panel de control posterior					
34	Regulador de velocidad	Válvula	By - pass	Accionamiento de V. Esférica	Instrumentación de la válvula						
35	Agua de enfriamiento	Sistema Oleo-dinámico	Regulador electrónico	Enfriamiento de Regulador de velocidad	Instrumentación y control						
36	Sistema de engrase centralizado	Bombas de enfriamiento	Tuberías y accesorios	Tablero de control	Instrumentación y control						
37	Panel control registro alarmas frente	Circuito de aire	Circuito de engrase	Tablero de control	Tablero						
		Cuadro de alarmas	Registro de temperatura	Registro de caudal	Tablero						

# CENTRAL HIDROELECTRICA PUCARA

INSTALACION: Patio 13.8KV

SISTEMAS		DESCRIPCION DE LOS SUBSISTEMAS								
No.	DESCRIPCION	0	1	2	3	4	5	6	7	8
50	Posición línea Playababo	Seccionadores barras	Reconector	Estructura						
51	Posición línea Capurayalo	Seccionadores	Estructuras	Torres de Transformación	Red Secundaria	Alumbrado Público	Acroestidas			
52	Posición acometida Casa de máquinas	Seccionadores	Cable 13.8 KV	Estructura	Pararrayos					
53	Posición acometida BUESA	Seccionador	Transformador de Potencial	Transformador de Corriente	Estructura	Tablero de Medición				
54	Posición acometida Unidad de Emergencia	Transformador	Estructuras							
55	Otros	Cerramiento	Iluminación	Fuerza						

# CENTRAL HIDROELECTRICA PUCARA

INSTALACION: Instalaciones Auxiliares Comunes

SISTEMAS		DESCRIPCIONES DE LOS SUBSISTEMAS								
No.	DESCRIPCION	0	1	2	3	4	5	6	7	8
60	Aire comprimido regulacion	Compresores	Tanque de presión							
61	Corriente continua	Banco de baterías 125 VCC	Tableros cargadores de baterías 125 VCC	Iluminación de emergencia	Bancos de baterías de 48 VCC	Tableros cargadores de baterías de 48 VCC				
62	Mando - Sincronización	Tablero de Sincronización								
63	Servicios Auxiliares de 220	Servicios Aux. Unidad 1	Servicios Aux. Generales	Panel de control de Ser. Aux sección 7 frente	Panel de control de Ser. Aux sección 7 post.					
64	Levantamiento	Izaje de compuertas								
65	Sistema Contra incendios	Transformador	Generador							



# CENTRAL HIDROELECTRICA PUCARA

## INSTALACION: INSTALACIONES CIVILES

SISTEMA		DESCRIPCION DE SUBSISTEMAS								
No.	DESCRIPCION	0	1	2	3	4	5	6	7	8
80	Edificios	Oficinas	Comisariato	Escuela	Dispensario Médico	Bodegas	Cocina y comedor			
81	Casa de máquinas	Túneles	Casa de máquinas	Galerías						
82	Accesos vías y carreteras	Vías en Pisayambo	Vías en Pucará	Puentes						
83	Campamentos	Viviendas Pucará	Viviendas Pisayambo	Complejos deportivos	Lavanderías	Alcantarillado	Jardines	Ductos y canaletas	Guardiana Pucará	Guardiana Pisayambo

Record#	CODIGOCM	CODIGO	EQUIPO	D	E	F	G
1038	HPUU01THPLTA01	2074	TABLERO	U01	TH	PL	TA01
190	HPUU01THPF0000	208	PANEL DE CONTROL TURBINA SECCION (FRENTE)	U01	TH	PF	0000
191	HPUU01THPFIN01	2080	INSTRUMENTOS	U01	TH	PF	IN01
192	HPUU01THPFCA01	2081	CUADRO DE ALARMAS	U01	TH	PF	CA01
193	HPUU01THPFSSW01	2082	CONTROL SWITCHS	U01	TH	PF	SW01
194	HPUU01THPFPL01	2083	PULSADORES	U01	TH	PF	PL01
195	HPUU01THPFRX01	2084	RELES AUXILIARES	U01	TH	PF	RX01
196	HPUU01THPFSN01	2085	SEÑALIZACION	U01	TH	PF	SN01
1039	HPUU01THPFTA01	2086	TABLERO	U01	TH	PF	TA01
197	HPUU01THPP0000	209	PANEL CONTROL TURBINA SECCION (POSTERIOR)	U01	TH	PP	0000
198	HPUU01THPP8001	2090	RELE 80 WESTINGHOUSE	U01	TH	PP	8001
199	HPUU01THPPRT01	2091	RELES DE TIEMPO	U01	TH	PP	RT01
200	HPUU01THPPRX01	2092	RELES AUXILIARES	U01	TH	PP	RX01
201	HPUU01THPP8601	2093	RELE PROTECCION COJINETE 86M	U01	TH	PP	8601
1040	HPUU01THPPTA01	2094	TABLERO	U01	TH	PP	TA01
202	HPUU01GE000000	21	GENERADOR	U01	GE	00	0000
203	HPUU01GECI0000	210	COJINETE INFERIOR	U01	GE	CI	0000
204	HPUU01GECIES01	2100	ESTRUCTURA SOPORTE	U01	GE	CI	ES01
205	HPUU01GECICS01	2101	COJINETE GUIA	U01	GE	CI	CS01
206	HPUU01GECIC01	2102	INTERCAMBIADOR DE CALOR	U01	GE	CI	IC01
207	HPUU01GERT0000	211	ROTOR	U01	GE	RT	0000
208	HPUU01GERTES01	2110	ESTRUCTURA SOPORTE	U01	GE	RT	ES01
209	HPUU01GERTBR01	2111	BOBINA	U01	GE	RT	BR01
210	HPUU01GERTEJ01	2112	EJE	U01	GE	RT	EJ01
211	HPUU01GERTPD01	2113	POLOS	U01	GE	RT	PD01
212	HPUU01GERTAL01	2114	ALABES DE VENTILACION	U01	GE	RT	AL01
213	HPUU01GEET0000	212	ESTATOR	U01	GE	ET	0000
214	HPUU01GEETES01	2120	ESTRUCTURA SOPORTE	U01	GE	ET	ES01
215	HPUU01GEETNU01	2121	NUCLEO	U01	GE	ET	NU01
216	HPUU01GEETBR01	2122	BOBINADO	U01	GE	ET	BR01
217	HPUU01GEETCF01	2123	CALEFACTOR FOSO GENERADOR	U01	GE	ET	CF01
218	HPUU01GECC0000	213	COJINETE COMBINADO	U01	GE	CC	0000
219	HPUU01GECCES01	2130	ESTRUCTURA SOPORTE	U01	GE	CC	ES01
220	HPUU01GECCCE01	2131	COJINETE DE EMPUJE	U01	GE	CC	CE01
221	HPUU01GECCCS02	2132	COJINETE GUIA	U01	GE	CC	CS02
222	HPUU01GECCIC01	2133	INTERCAMBIADOR DE CALOR	U01	GE	CC	IC01
223	HPUU01GECCCU01	2134	CUBA	U01	GE	CC	CU01
224	HPUU01GEBT0000	214	CONEXION GENERADOR TRANSFORMADOR	U01	GE	GT	0000
228	HPUU01GEBTCF01	214	CABLES DE FUERZA ALIM. TRANSF. AUXILAR	U01	GE	GT	CF01
225	HPUU01GEBTBR01	2140	BARRAS ENCAPSULADAS	U01	GE	GT	BR01
226	HPUU01GEBTTP01	2141	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL	U01	GE	GT	TP01
227	HPUU01GEBTTC01	2142	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	U01	GE	GT	TC01
229	HPUU01GEEX0000	215	EXCITATRIZ	U01	GE	EX	0000
230	HPUU01GEEXRT01	2150	ROTOR	U01	GE	EX	RT01
231	HPUU01GEEXET01	2151	ESTATOR	U01	GE	EX	ET01
232	HPUU01GEEXRV01	2152	REGULADOR DE VOLTAJE	U01	GE	EX	RV01
233	HPUU01GEEXTU01	2153	TRANSFORMADOR DE EXCITACION	U01	GE	EX	TU01
234	HPUU01GEEXDR01	2154	DIODOS ROTATIVOS	U01	GE	EX	DR01
235	HPUU01GEEXBR01	2155	BARRAS DE CONEXION	U01	GE	EX	BR01
236	HPUU01GEEG0000	216	ENFRIAMIENTO GENERADOR	U01	GE	EG	0000
237	HPUU01GEEGRD01	2160	ENFRIAMIENTO POR AIRE (RADIADOR)	U01	GE	EG	RD01
238	HPUU01GEEGR01	2162	DETECTOR TERMICO A RESISTENCIA	U01	GE	EG	DR01
239	HPUU01GEEBDF01	2163	DETECTOR DE FLUJO DE AGUA RADIADORES 63FWA	U01	GE	EG	DF01
240	HPUU01GEFL0000	217	FRENADO Y LEVANTAMIENTO	U01	GE	FL	0000
241	HPUU01GEFLPF01	2170	PISTA DE FRENADO	U01	GE	FL	PF01

Record#	CODIGOCM	CODIGO	EQUIPO	D	E	F	G
241	HPUU01GEFLPF01	2170	PISTA DE FRENADO	U01	GE	FL	PF01
242	HPUU01GEFLFG01	2171	FRENOS Y GATOS	U01	GE	FL	FG01
243	HPUU01GEFLVV01	2172	VALVULA ELECTROMAGNETICA PARA FRENADO	U01	GE	FL	VV01
244	HPUU01GEFLB001	2173	BOMBA DE LEVANTAMIENTO DEL ROTOR	U01	GE	FL	B001
245	HPUU01GETN0000	218	PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO	U01	GE	TN	0000
246	HPUU01GETNBR01	2180	BARRAS ENCAPSULADAS	U01	GE	TN	BR01
247	HPUU01GETNTC01	2181	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	U01	GE	TN	TC01
248	HPUU01GETNTU01	2182	TRANSFORMADOR DE PUESTA A TIERRA	U01	GE	TN	TU01
249	HPUU01GETNRT01	2183	RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA	U01	GE	TN	RT01
250	HPUU01GEIC0000	219	INSTRUMENTACION COJINETE COMBINADO	U01	GE	IC	0000
251	HPUU01GEICTM01	2190	TERMOSTATO (38)	U01	GE	IC	TM01
252	HPUU01GEICTL01	2191	TELETERMOMETRO(38)	U01	GE	IC	TL01
253	HPUU01GEICMG01	2192	MAGNETROL 330	U01	GE	IC	MG01
254	HPUU01GEICDF01	2193	DETECTOR DE CAUDAL DE BAJO FLUJO DE AGUA DE ENFRIAM. 63FW3	U01	GE	IC	DF01
255	HPUU01GEICDR01	2194	DETECTORES TERMICOS A RESISTENCIA	U01	GE	IC	DR01
256	HPUU01GEICMA01	2195	MEDICION DE AISLAMIENTO DEL COJIN. COMB. 29-30	U01	GE	IC	MA01
257	HPUU01GEICTE01	2196	CONTROL DE TENSION DE EJE	U01	GE	IC	TE01
258	HPUU01GEIG0000	21A	INSTRUMENTACION COJINETE GUIA INFERIOR	U01	GE	IG	0000
259	HPUU01GEIGTM01	21A0	TERMOSTATOS (38)	U01	GE	IG	TM01
260	HPUU01GEIGDR01	21A1	DETECTOR TERMICO A RESISTENCIA COJIN. GUIA INFERIOR 24	U01	GE	IG	DR01
261	HPUU01GEIGTL01	21A2	TELETERMOMETROS(38)	U01	GE	IG	TL01
262	HPUU01GEIGDF01	21A3	DETECTOR DE ALARMA POR BAJO FLUJO DE AGUA DE ENF. 63FW2	U01	GE	IG	DF01
263	HPUU01GEIR0000	21B	INSTRUMENTACION DEL ROTOR	U01	GE	IR	0000
264	HPUU01GEIRDT01	21B0	DETECTOR DE FALLA A TIERRA DEL CAMPO 26	U01	GE	IR	DT01
265	HPUU01GEIE0000	21C	INSTRUMENTACION DEL ESTATOR	U01	GE	IE	0000
266	HPUU01GEIEDR01	21C0	DETECTORES TERMICOS A RESISTENCIAS	U01	GE	IE	DR01
267	HPUU01GEIX0000	21D	INSTRUMENTACION DE LA EXCITATRIZ	U01	GE	IX	0000
268	HPUU01GEIXDD01	21D0	DETECTOR DE FALLA DIODOS ROTATORIOS	U01	GE	IX	DD01
269	HPUU01GEIXSN01	21D1	SEÑALIZACION DEL GRUPO EN MARCHA 27	U01	GE	IX	SN01
270	HPUU01GEIF0000	21E	INSTRUMENTACION DE LEVANTAMIENTO Y FRENADO	U01	GE	IF	0000
271	HPUU01GEIFLC01	21E0	LIMITADORES DE CARRERA	U01	GE	IF	LC01
272	HPUU01GEIFPS01	21E1	PRESOSTATO	U01	GE	IF	PS01
273	HPUU01GEPF0000	21F	PANEL DE CONTROL DEL GENERADOR SECCION FRENTE	U01	GE	PF	0000
274	HPUU01GEPFIN01	21F0	INSTRUMENTOS	U01	GE	PF	IN01
275	HPUU01GEPFSI01	21F1	SELECTORES DE INSTRUMENTOS	U01	GE	PF	SI01
276	HPUU01GEPFSW01	21F2	CONTROL SWITCHS	U01	GE	PF	SW01
1041	HPUU01GEPFTA01	21F3	TABLERO	U01	GE	PF	TA01
277	HPUU01GEPPO000	21G	PANEL DE CONTROL DEL GENERADOR SECCION POSTERIOR	U01	GE	PP	0000
278	HPUU01GEP5001	21G0	RELES 50/51	U01	GE	PP	5001
279	HPUU01GEP5101	21G1	RELES 51V	U01	GE	PP	5101
280	HPUU01GEP8701	21G2	RELES 876	U01	GE	PP	8701
281	HPUU01GEP2701	21G3	RELE 27PU1 MODELO HFA25062F	U01	GE	PP	2701
282	HPUU01GEP4701	21G4	RELE 47 MODELO ICR51A1A	U01	GE	PP	4701
283	HPUU01GEP8701	21G5	RELES AUXILIARES	U01	GE	PP	8701
284	HPUU01GEP8601	21G6	RELE PROTECCION GENERADOR 86G	U01	GE	PP	8601
1042	HPUU01GEPPTA01	21G7	TABLERO	U01	GE	PP	TA01
285	HPUU01GEPH0000	21H	PANEL CONTROL HIDRAULICO	U01	GE	PH	0000
286	HPUU01GEPHMT01	21H0	MEDIDORES DE TEMPERATURAS	U01	GE	PH	MT01
287	HPUU01GEPHSW01	21H1	CONTROL SWITCH	U01	GE	PH	SW01
288	HPUU01GEPHSN01	21H2	SEÑALIZACION	U01	GE	PH	SN01
1043	HPUU01GEPHTA01	21H3	TABLERO	U01	GE	PH	TA01
289	HPUU01TU000000	22	TRANSFORMADOR DE UNIDAD	U01	TU	00	0000
290	HPUU01TUTU0000	220	TRANSFORMADOR	U01	TU	TU	0000
291	HPUU01TUTUBU01	2200	BUSHINGS	U01	TU	TU	BU01
292	HPUU01TUTUVV01	2201	VALVULAS	U01	TU	TU	VV01

Record#	CODIGOCH	CODIGO	EQUIPO	D	E	F	G
292	HPUU01TUTUVV01	2201	VALVULAS	U0	TU	TU	VV01
293	HPUU01TUTUT#01	2202	TANQUE PRINCIPAL	U0	TU	TU	TK01
294	HPUU01TUTUTV01	2203	TANQUE CONSERVADOR DE ACEITE	U01	TU	TU	TV01
295	HPUU01TUTUCT01	2204	CAMBIADOR DE TAPS	U01	TU	TU	CT01
296	HPUU01TUTUDV01	2205	DEVANADOS	U01	TU	TU	DV01
297	HPUU01TUTUAC01	2206	ACEITE	U01	TU	TU	AC01
298	HPUU01TUTUBH01	2207	RELE BUCHHOLZ	U01	TU	TU	BH01
299	HPUU01TUEF0000	221	ENFRIAMIENTO	U01	TF	EF	0000
300	HPUU01TUEFIC01	2210	INTERCAMBIADORES DE CALOR	U01	TF	EF	IC01
301	HPUU01TUEFB001	2211	BOMBAS	U01	TF	EF	B001
302	HPUU01TUEFTC01	2212	TABLERO DE CONTROL	U01	TF	EF	TC01
303	HPUU01TUEFVV01	2213	VALVULAS	U01	TF	EF	VV01
304	HPUU01TUNT0000	222	NITROGENO A PRESION	U01	TF	NT	0000
305	HPUU01TUNTCN01	2220	CILINDRO DE NITROGENO	U01	TF	NT	CN01
306	HPUU01TUNTRP01	2221	REGULADORES DE PRESION	U01	TF	NT	RP01
307	HPUU01TUNTVV01	2222	VALVULAS	U01	TF	NT	VV01
308	HPUU01TUN0000	223	INSTRUMENTACION DEL TRANSFORMADOR	U01	TF	IN	0000
309	HPUU01TUNIT01	2230	INDICADORES DE TEMPERATURAS	U01	TF	IN	IT01
310	HPUU01TUNDF01	2231	DETECTORES DE FLUJO DE ACEITE	U01	TF	IN	DF01
311	HPUU01TUNDP01	2232	DETECTOR DE PRESION DE NITROGENO 63N	U01	TF	IN	DP01
312	HPUU01TUNDB01	2233	DETECTOR DE BAJO NIVEL DE ACEITE OLG	U01	TF	IN	DB01
313	HPUU01TUNPS01	2234	PRESOSTATO INDICADOR BAJA PRESION CILINDRO-NITROGENO 63NO	U01	TF	IN	PS01
314	HPUU01TUPP0000	224	PANEL DE CONTROL DEL TRANSFORMADOR SECCION POSTERIOR	U01	TF	PP	0000
315	HPUU01TUPP8701	2240	RELES 87T	U01	TF	PP	8701
316	HPUU01TUPP6401	2241	RELE 64F MODELO NJ611A11A	U01	TF	PP	6401
317	HPUU01TUPP6001	2242	RELE 60 MODELO CFV811A3A	U01	TF	PP	6001
318	HPUU01TUPP4001	2243	RELE 40 MODELO 216A6869-3	U01	TF	PP	4001
319	HPUU01TUPP6401	2244	RELE 64G MODELO IAV51K1A	U01	TF	PP	6401
320	HPUU01TUPP4601	2245	RELE 46 MODELO 1NC77B3A	U01	TF	PP	4601
321	HPUU01TUPP5901	2246	RELE 59 MODELO IAV71B2A	U01	TF	PP	5901
322	HPUU01TUPP5101	2247	RELE 51N MODELO IAC53A2A	U01	TF	PP	5101
323	HPUU01TUPPRX01	2248	RELE AUXILIARES	U01	TF	PP	RX01
1036	HPUU01TUPPTA01	2249	TABLERO	U01	TU	PP	TA01
324	HPUU01VG000000	23	VALVULA ESFERICA	U01	VG	00	0000
325	HPUU01VG6V0000	230	VALVULA	U01	VG	VV	0000
326	HPUU01VG6VSE01	2300	SELLO DE AGUAS ARRIBA	U01	VG	VV	SE01
327	HPUU01VG6VSE02	2301	SELLO DE AGUAS ABAJO	U01	VG	VV	SE02
328	HPUU01VG6V0003	2302	CUERPO	U01	VG	VV	0003
329	HPUU01VG6VDP01	2303	OPTURADOR	U01	VG	VV	DP01
330	HPUU01VG6VJD01	2304	JUNTA DESLIZANTE	U01	VG	VV	JD01
331	HPUU01VG6Y0000	231	BY-PASS	U01	VG	BY	0000
332	HPUU01VG6YTB01	2310	TUBERIA	U01	VG	BY	TB01
333	HPUU01VG6YVV01	2311	VALVULA DE COMPUERTA	U01	VG	BY	VV01
334	HPUU01VG6YVV02	2312	VALVULA HIDRAULICA	U01	VG	BY	VV02
335	HPUU01VGAM0000	232	ACCIONAMIENTO DE VALVULA ESFERICA	U01	VG	AM	0000
336	HPUU01VGAMSM01	2320	SERVOMOTOR	U01	VG	AM	SM01
337	HPUU01VGAMTB01	2321	TUBERIAS	U01	VG	AM	TB01
338	HPUU01VGAMFI01	2322	FILTROS	U01	VG	AM	FI01
339	HPUU01VGAMVV01	2323	VALVULA SELECTORA	U01	VG	AM	VV01
340	HPUU01VGAMVV02	2324	VALVULA SENSORA DE DISCO	U01	VG	AM	VV02
341	HPUU01VGAMSG01	2325	SEGURO MECANICO	U01	VG	AM	SG01
1031	HPUU01VGAMVV03	2326	VALVULA DE SELLOS	U01	VG	AM	VV03
342	HPUU01VGIN0000	233	INSTRUMENTACION DE LA VALVULA	U01	VG	IN	0000
343	HPUU01VGINLC01	2330	LIMITADORES DE CARRERA	U01	VG	IN	LC01
344	HPUU01VGINPS01	2331	PRESOSTATOS	U01	VG	IN	PS01

Record#	CODIGOCH	CODIGO	EQUIPO	D	E	F	G
344	HPUU01VGINPS01	2331	PRESOSTATOS	U01	VG	IN	PS01
345	HPUU01RV000000	24	REGULADOR DE VELOCIDAD	U01	RV	00	0000
346	HPUU01RV000000	240	SISTEMA OLEO-DINAMICO	U01	RV	00	0000
347	HPUU01RV00M001	2400	MOTORES	U01	RV	00	M001
348	HPUU01RV00B001	2401	BOMBAS	U01	RV	00	B001
349	HPUU01RV00V001	2402	VALVULAS HIDRAULICAS	U01	RV	00	V001
350	HPUU01RV00TA01	2403	TANQUE COLECTOR	U01	RV	00	TA01
351	HPUU01RV00TS01	2404	TANQUE DE PRESION	U01	RV	00	TS01
352	HPUU01RV00FI01	2405	FILTROS	U01	RV	00	FI01
353	HPUU01RV00EV01	2406	ELECTROVALVULAS	U01	RV	00	EV01
354	HPUU01RV00VD01	2407	VARIOMETROS Y DISTRIBUIDORES HIDRAULICO	U01	RV	00	VD01
355	HPUU01RV00VA01	2408	VARIOMETROS	U01	RV	00	VA01
356	HPUU01RV00AC01	2409	ACCIONADORES	U01	RV	00	AC01
357	HPUU01RV00TC01	240A	TABLERO DE CONTROL	U01	RV	00	TC01
358	HPUU01RVRE0000	242	REGULADOR ELECTRONICO	U01	RV	RE	0000
359	HPUU01RVREAL01	2420	ALIMENTACION	U01	RV	RE	AL01
360	HPUU01RVRESCO1	2421	SISTEMA COPIANTE AGUJAS	U01	RV	RE	SCO1
361	HPUU01RVRES001	2422	SISTEMA DEFLECTORES	U01	RV	RE	S001
362	HPUU01RVREFR01	2423	FRECUENCIMETRO	U01	RV	RE	FR01
363	HPUU01RVRESF01	2424	SISTEMA CARGA FRECUENCIA	U01	RV	RE	SF01
1044	HPUU01RVRETA01	2425	CUBICULOS	U01	RV	RE	TA01
364	HPUU01RVEN0000	243	ENFRIAMIENTO DE REGULACION DE VELOCIDAD	U01	RV	EN	0000
365	HPUU01RVENIC01	2430	INTERCAMBIADOR DE CALOR	U01	RV	EN	IC01
366	HPUU01RVENTB01	2431	TUBERIAS	U01	RV	EN	TB01
367	HPUU01RVENVV01	2432	VALVULAS	U01	RV	EN	VV01
368	HPUU01RVIC0000	244	INSTRUMENTACION Y CONTROL	U01	RV	IC	0000
369	HPUU01RVICLC01	2440	LIMITADORES DE CARRERA	U01	RV	IC	LC01
370	HPUU01RVICPS01	2441	PRESOSTATOS	U01	RV	IC	PS01
371	HPUU01RVICSN01	2442	SENSORES DE NIVEL	U01	RV	IC	SN01
372	HPUU01RVICTR01	2443	TERMOSTATO DE ACEITE EN TANQUE COLECTOR 3886	U01	RV	IC	TR01
373	HPUU01RVICDF01	2444	DETECTOR CAUDAL ENFRIADOR ACEITE TANQUE COLECTOR 63FWG	U01	RV	IC	DF01
374	HPUU01AR000000	25	AGUA DE ENFRIAMIENTO	U01	AR	00	0000
375	HPUU01ARB00000	250	BOMBAS DE ENFRIAMIENTO	U01	AR	00	0000
376	HPUU01ARB0P001	2500	POZOS	U01	AR	00	P001
377	HPUU01ARB0B001	2501	BOMBAS	U01	AR	00	B001
378	HPUU01ARB0M001	2502	MOTORES	U01	AR	00	M001
379	HPUU01ARB0RJ01	2503	REJILLAS	U01	AR	00	RJ01
380	HPUU01ARTB0000	251	TUBERIAS Y ACCESORIOS	U01	AR	TB	0000
381	HPUU01ARTBTB01	2510	TUBERIAS	U01	AR	TB	TB01
382	HPUU01ARTBFI01	2511	FILTROS	U01	AR	TB	FI01
383	HPUU01ARTBVV01	2512	VALVULAS	U01	AR	TB	VV01
384	HPUU01ARTC0000	252	TABLERO DE CONTROL	U01	AR	TC	0000
385	HPUU01ARTCEC01	2520	EQUIPO DE CONTROL	U01	AR	TC	EC01
386	HPUU01ARTCS#01	2521	SEÑALIZACION	U01	AR	TC	S#01
1056	HPUU01ARTCTA01	2522	TABLERO	U01	AR	TC	TA01
387	HPUU01ARIC0000	253	INSTRUMENTACION Y CONTROL	U01	AR	IC	0000
388	HPUU01ARICNF01	2530	NIVEL A FLOTADOR	U01	AR	IC	NF01
389	HPUU01ARICTL01	2531	TELETERMOMETRO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO 33WP	U01	AR	IC	TL01
390	HPUU01ARICPS01	2532	PRESOSTATO	U01	AR	IC	PS01
391	HPUU01ARICDF01	2533	DETECTOR DE FLUJO DE CAUDAL DE AGUA DE SALIDA 63FWP	U01	AR	IC	DF01
392	HPUU01ARICMA01	2534	MANOMETRO TERRICE INDICADOR DE PRESION DE AGUA	U01	AR	IC	MA01
393	HPUU01ECC00000	26	SISTEMA DE ENGRASE CENTRALIZADO	U01	EC	00	0000
394	HPUU01ECCA0000	260	CIRCUITO DE AIRE	U01	EC	CA	0000
395	HPUU01ECCAM001	2600	MOTOR	U01	EC	CA	M001
396	HPUU01ECCAC001	2601	COMPRESOR	U01	EC	CA	C001