

621.31213  
SAR.  
f.2

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**"ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA EL  
MANTENIMIENTO ELECTRICO EN LA CENTRAL  
HIDROELÉCTRICA PUCARA"**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del Título de:**

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

**Especialización**

**POTENCIA**



**Presentado por:**

**Diego Fernando Saritama Luzuriaga**

**Guayaquil - Ecuador**

**2003**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por permitirme dar un paso muy importante en mi vida; a mis padres, hermanos y novia por el apoyo diario e incondicional; a mis familiares y amigos por el cariño sincero; a la ESPOL por darme la oportunidad de crecer como persona y formarme como profesional al servicio de mi Patria; y, a todos mis profesores por la generosidad con que compartieron conmigo sus conocimientos, en especial a mi Director de Tesis.



## DEDICATORIA



A Elizabeth y Vicente, el ejemplo.

A Pablo y David, la esperanza.

A Sandra, el amor.

Diego Saritama.

**TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**



---

**Ing. Norman Chootong.  
SUBDECANO DE LA FIEC**



---

**Ing. Jorge Chiriboga.  
DIRECTOR DE TESIS**



---

**Ing. Gustavo Bermúdez  
VOCAL FIEC**



---

**Ing. Juan Saavedra.  
VOCAL FIEC**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“ La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



---

Diego Saritama Luzuriaga

## INDICE GENERAL

	Página
INTRODUCCIÓN	1
<b>CAPITULO 1.</b>	
<b>EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.</b>	
1.1. Principios básicos del mantenimiento industrial	3
1.2. Funciones del departamento de mantenimiento	4
1.3. Sistemas de mantenimiento	5
1.3.1. Mantenimiento correctivo	6
1.3.2. Mantenimiento mejorativo	8
1.3.3. Mantenimiento predictivo	8
1.3.4. Mantenimiento preventivo	10
1.3.5. Mantenimiento productivo total	12
1.4. El ciclo de mantenimiento	15
1.5. Funciones del mantenimiento	16
<b>CAPITULO 2.</b>	
<b>LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA PUCARA</b>	
2.1. La generación hidroeléctrica	25
2.2. Características de la Central Pucará	26
2.3. Diagnóstico del estado actual de los equipos	31
2.4. Listado de equipos de la Central en los que trabaja el área de mantenimiento eléctrico	32
<b>CAPITULO 3.</b>	
<b>DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA</b>	
3.1. Descripción del sistema de mantenimiento actual de la empresa	42

3.2. Administración y ejecución de las actividades de Mantenimiento	45
3.3. Administración de las bodegas	46
3.4. Evaluación del estado actual del mantenimiento	47
3.5. Propuesta para la administración del mantenimiento de la Central	48

#### Capitulo 4.

#### PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADOR

4.1. Introducción	50
4.2. Alcance	51
4.3. Objetivos	51
4.4. Estudio de factibilidad	52
4.5. Análisis de requisitos	53
4.6. Implementación del SISMAC en la Central Pucará	53
4.6.1. Inventario técnico	55
4.6.2. Banco de tareas de mantenimiento	60
4.6.3. Documentos de mantenimiento	61
4.6.4. Fichas técnicas	62
4.6.5. Manejo del personal y nóminas	62
4.6.6. Evaluación del mantenimiento	63
4.6.7. Indices de mantenimiento	63

#### CAPITULO 5.

#### ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO ELECTRICO

5.1. Introducción	65
5.2. Procedimientos	65

#### CAPITULO 6.

**PROGRAMA BASICO DE MANTENIMIENTO EN MICROSOFT PROJECT**

6.1. Introducción 73

6.2. Programa básico en Microsoft Project 73

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 93**

**ANEXOS**

**BIBLIOGRAFÍA**

## INTRODUCCIÓN.

La energía eléctrica es indispensable para el desarrollo de un país, y en un país que no puede jactarse de tener energía instalada de sobra como el nuestro, no podemos darnos el lujo de descuidar el mantenimiento de nuestras centrales de generación, en este caso una central hidroeléctrica, mas bien debemos cuidar al máximo de tenerlas en disponibilidad el mayor tiempo posible.

Podemos imaginarnos la gran cantidad de máquinas y equipos que constituyen una central, y a los que debemos dar un adecuado mantenimiento preventivo, a sabiendas que el mantenimiento correctivo es mucho más costoso, y además implica la paralización de actividades, dejando de producir, dejando de generar ingresos a nuestra empresa.

Toda empresa busca ser más eficiente y productiva cada día en todas sus áreas, y es un objetivo obligado del área de Mantenimiento alcanzar el Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés), asegurando la disponibilidad y confiabilidad de las instalaciones y equipos en todo momento al área de Operación.

Por lo expuesto es necesario contar con un eficiente programa de mantenimiento preventivo, el cual sea conocido por todo el personal para que se lleve a cabo de la mejor manera. Y si a esto le sumamos la implementación de un programa de mantenimiento asistido por computador,

que nos permita mejorar la gestión del mantenimiento en nuestra empresa, estaremos trabajando correctamente en la búsqueda del Mantenimiento Productivo Total.

Y si al personal de mantenimiento le entregamos una importante herramienta como son los procedimientos para ejecutar sus diarias tareas, mucho mejor para nuestra empresa.



# **CAPITULO 1.**

## **EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.**

### **1.1. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.**

Para que el mantenimiento cumpla su verdadera misión, la meta perseguida no es la conservación en si misma, sino en la de coincidir con las demás actividades de la industria en la obtención de la más alta productividad.

Estos principios de aplicación general se los puede resumir de la siguiente manera:

- a. El mantenimiento debe ser considerado como un factor económico de la empresa.
- b. El mantenimiento debe ser planificado, eliminando la improvisación. Debe existir un programa anual de mantenimiento, basado en el costo real de reparaciones de cada instalación de trabajo o equipo.
- c. Debe existir un equipo de mantenimiento especializado, con funciones claramente definidas dentro de su propio organigrama de servicio.
- d. Debe existir información técnica completa en relación con los trabajos de mantenimiento de cada instalación o equipo.

- e. La "calidad de reparación" no debe estar sujeta a urgencias, salvo conciente decisión de los responsables del servicio de mantenimiento en excepcionales oportunidades.
- f. Las actividades y costos de mantenimiento deben traducirse en índices de referencia y comparación, permitiendo seguir los pasos de la gestión de servicio del mantenimiento en la industria.
- g. El mantenimiento en la industria debe basarse por igual en:
  - Elección y distribución del personal especializado.
  - Creación y control de un taller propio para mantenimiento.
  - Orden y control de existencias del almacén de recambios.
  - Programación técnico – económica.

## **1.2. FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.**

En la práctica, el alcance de las actividades de un departamento de mantenimiento es diferente en cada planta y se encuentra influido por el tamaño de la misma, por el tipo de política de la compañía, por los antecedentes de la empresa y por la rama industrial.

Entonces es posible agrupar las funciones en dos clasificaciones generales: las *funciones primarias*, la mayoría de las cuales se incluyen en la justificación del departamento de mantenimiento; y, las *funciones secundarias*, en las cuales debido a la experiencia, al conocimiento técnico, a

los antecedentes y otros factores, se delegan al departamento de mantenimiento.

*Funciones primarias.*

- Mantenimiento de máquinas y equipos existentes en la planta.
- Mantenimiento de edificios y construcciones existentes en la planta.
- Modificaciones de equipos y construcciones de la planta.
- Nuevas instalaciones de equipos y edificios.
- Producción y distribución de equipos.
- Suministro de: energía, agua, aire, etc.
- Inspección y lubricación de máquinas y equipos.
- Control de costos: materiales, mano de obra, repuestos, herramientas, etc.
- Control de corrosión - erosión.

*Funciones secundarias.*

- Almacenamiento.
- Protección de la planta, incluyendo incendios.
- Eliminación de contaminaciones y ruidos.
- Evacuación de desechos y desperdicios.
- Control ambiental.
- Otros.

### **1.3. SISTEMAS DE MANTENIMIENTO.**

1. Mantenimiento correctivo.
2. Mantenimiento mejorativo.
3. Mantenimiento predictivo.
4. Mantenimiento preventivo.
5. Mantenimiento productivo total.

### **1.3.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.**

Basa su acción en la corrección de daños o fallas luego de éstos se hayan producido. Este sistema es el que representa el mas alto costo para la industria porque se basa en la improvisación.

Muchas empresas están acostumbradas a este tipo de mantenimiento, se supone que el equipos continúe en servicio hasta que ya no pueda desempeñar su función normal, obligando a llamar al servicio de mantenimiento para reparar lo dañado.

Una vez reparado el daño, la gente de mantenimiento no atiende a dicho equipo hasta la presentación de otra falla que disminuya o pare la producción. Esto se debe a ciertos factores como son:

- Desconocimiento o indiferencia ante las técnicas de programación.
- Falta de justificación económica para un gasto de aplicación de dichas técnicas.
- Excesiva demanda de la capacidad nominal instalada en la empresa.

Entonces no existe una programación previa a la acción porque siempre se actúa de urgencia. En la práctica en ciertas ocasiones se tendrá una demanda temporal de producción a plena carga, y se exigirá al departamento de mantenimiento disminuir al máximo los períodos de parada para el mantenimiento preventivo, haciéndose necesario llegar a un acuerdo entre producción y mantenimiento para hallar un punto de equilibrio.

Lamentablemente en nuestro país, el mantenimiento correctivo no ha podido ser desplazado por el mantenimiento preventivo, especialmente en industrias menores, donde tal vez la falta de personal calificado para su evaluación hace que no se de importancia a las modernas técnicas de programación existentes y sus grandes ventajas.

### **Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo.**

#### *Ventajas:*

- No requiere de una organización técnica muy especializada.
- No exige una programación técnica detallada.

#### *Desventajas:*

- La disponibilidad de los equipos es incierta.
- Conlleva prolongadas y costosas paralizaciones.
- Una falla imprevista representa costos extras por: materiales, repuestos y mano de obra.
- Cualquier avería implica riesgos para el personal de producción.

### **1.3.2. MANTENIMIENTO MEJORATIVO.**

Cabe aclarar que el mantenimiento mejorativo no es igual al correctivo. Cuando hablamos de mantenimiento correctivo se entiende que se está corrigiendo una avería, reemplazando o reparando uno o más componentes, pero no necesariamente se están mejorando sus condiciones, respecto a las originales de diseño.

En cambio el mantenimiento mejorativo nos da la oportunidad de realizar mejoras, sea en el diseño de una pieza, mejorando la calidad y/o resistencia de los materiales, o ya sea haciendo funcionar a la pieza o equipo en nuevas condiciones hablando en forma global.

El mantenimiento mejorativo, a más de los componentes de los equipos y su funcionamiento, también toma en consideración lo siguiente:

- La introducción de modificaciones en el modo de realizar ciertos trabajos.
- La utilización de ciertos instrumentos para mejorar el control de funcionamiento.
- El empleo de personal mas hábil y calificado para la operación y mantenimiento de máquinas y equipos.

### **1.3.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO.**

Se lo puede definir como la sensibilidad, habilidad o funcionalidad de un equipo, para determinar si se están presentando cambios en las condiciones físicas del mismo.

Lo que se logra es reducir la frecuencia de overhauls o reparaciones periódicas, así como de inspecciones sin aumentar el riesgo de averías del equipo, y reduciendo así el tiempo muerto de dicho equipo y sus costos de mantenimiento.

A efecto de establecer si han sucedido cambios en las condiciones físicas de un equipo se dispone de recursos técnicos que permiten detectar estas variaciones apenas se empiezan a presentar, logrando el objetivo del mantenimiento predictivo.

Una vez identificados cambios en las condiciones físicas, se deben establecer los parámetros que deben medirse, seleccionar el mejor equipo para ello, desarrollar criterios y evaluar resultados.

Algunos fenómenos que se observan y detectan a través del mantenimiento predictivo son: velocidad, temperatura, presión, vibración, corrosión, amplitud, sonido, entre otros.

Este mantenimiento se basa en el uso de equipos y aparatos, que empleados periódicamente permiten identificar condiciones que requieren ser corregidas antes de que se presenten mayores problemas dentro de un equipo o máquina. Sensores y monitores son algunos de los equipos más utilizados para la detección de problemas.

## **Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo.**

### *Ventajas:*

- Se posee permanente información del estado de los equipos.
- Es un excelente seguro contra grandes e inesperadas averías.
- Tecnifica la toma de decisiones.
- Las decisiones técnicas y el control son realimentados con información rápida y objetiva.
- Se incrementa la disponibilidad de los equipos.
- Disminuyen los trabajos de mantenimiento preventivo.
- Se reduce el costo unitario de mantenimiento.

### *Desventajas:*

- Hay la necesidad de personal especializado.
- Los equipos a utilizar muchas veces son costosos.
- Debe tenerse gran cuidado de los equipos y su calibración.

## **1.3.4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

El lema del mantenimiento preventivo es: "inspeccionar y reparar antes de que se produzca la avería", es decir reparar cuando el equipo o maquinaria

se encuentra dentro de sus límites aceptables de seguridad, calidad y desgaste.

Este tipo de mantenimiento es la única manera de asegurar la continuidad del trabajo al máximo. Lo ideal desde el punto de vista técnico sería trabajar completamente con un servicio de mantenimiento preventivo, pero existen ciertos equipos o componentes que no son críticos en el proceso de producción, que no son capaces de producir paradas de importancia, y que incluirlos en este tipo de mantenimiento resultaría antieconómico.

El mantenimiento preventivo se inicia desde el momento mismo de la instalación de una máquina o equipo. Esto implica el estudio de los planos de instalación a fin de determinar el sitio mas adecuado, buscando siempre la máxima economía de utilización de dicha máquina o equipo.

### **Objetivos del mantenimiento preventivo.**

La consecución de tres logros vitales para una buena economía empresarial en el área de mantenimiento, sintetiza estos objetivos:

1. Máximo ofrecimiento actividad – funcionamiento máquina productiva, con máxima eficiencia funcional, alta confiabilidad operativa y elevado grado de seguridad industrial.
2. Reducción al máximo del deterioro o desgaste de los equipos de producción, preservando así el capital invertido en los mismos.



3. Ejecución de las dos funciones anteriores de la manera más económica posible, compatible con la máxima eficiencia del servicio.

### **1.3.5. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.**

Es aquel mantenimiento cuya finalidad es la de llegar a tener cero fallas y cero averías en los equipos, para ello es necesario en primer lugar tener implementado un buen mantenimiento preventivo principalmente, haber hecho de éste un hábito. En este tipo de mantenimiento también tienen un rol importante los operarios de las máquinas y equipos, los que también deberán entrenarse para participar en trabajos de mantenimiento, que únicamente realizaban operarios de mantenimiento.

Una definición completa del Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés) contiene los siguientes puntos:

- a. Tiene como objetivo el uso más eficiente del equipo (mejora la eficacia global).
- b. Establece un sistema de mantenimiento productivo en toda la empresa, para la vida entera del equipo. Incluye prevención del mantenimiento, mantenimiento preventivo y mantenimiento relacionado con mejoras.
- c. Exige la implicación de todos los departamentos.
- d. Todos los empleados están activamente involucrados, desde la alta dirección hasta los operarios.

- e. Promociona y lleva acabo el mantenimiento preventivo a través de la gestión de la motivación, basado en actividades autónomas en grupos pequeños.

***Pilares del Desarrollo del Mantenimiento Productivo Total.***

- a. Llevar a cabo actividades de mejora, diseñadas para aumentar la eficacia del equipo. Esto se hace mayormente eliminando las seis grandes pérdidas debidas a: averías, preparaciones y ajustes, tiempos muertos o pequeñas paradas, reducción de la velocidad del equipo, calidad y trabajos de rectificación, arranques.
- b. Establecer un sistema de mantenimiento autónomo que se realiza por los operarios del equipo. Esto se organiza después de que hayan recibido formación para ser conscientes del equipo y haber adquirido la destreza necesaria para identificar y reparar problemas del equipo.
- c. Establecer un sistema de mantenimiento planificado. Esto aumenta la eficacia del departamento de mantenimiento.
- d. Establecer cursillos de formación para adiestrar permanentemente a los trabajadores y aumentar su nivel técnico (dominio de las instalaciones).
- e. Establecer un sistema para el desarrollo del mantenimiento productivo y la gestión temprana del equipo. El diseño del mantenimiento productivo genera equipos que necesitan menos mantenimiento. A su vez, la gestión

temprana del equipo hace que un equipo nuevo comience a operar óptimamente en menos tiempo del que antes requería.

### ***Características del Mantenimiento Productivo Total.***

Una de las más importantes características del TPM es el seguimiento agresivo de metas u objetivos absolutos, tales como cero averías o cero defectos. Para que cualquier cosa tenga un valor cero, hay que impedir que ni siquiera ocurra una vez, por lo tanto el TPM pone sobre todo énfasis en la prevención.

Y esto significa tomar medidas preventivas. Simplemente es demasiado tarde si se espera hasta que ocurra un problema para luego arreglarlo. En el TPM la prevención se basa en los siguientes tres principios:

1. **Mantenimiento de las condiciones normales o básicas de la instalación.**  
Para mantener las condiciones normales del proceso los operarios deben impedir el deterioro de la máquina limpiando, haciendo chequeos periódicos de precisión sobre el equipo, lubricando, apretando tuercas y tornillos.
2. **Descubrimiento temprano de las anomalías.** Mientras se llevan a cabo estas actividades, los operarios deben utilizar sus propios sentidos y algunas herramientas de medición para determinar anomalías tan pronto como aparezcan. Los trabajadores de mantenimiento deben

también hacer diagnósticos periódicamente buscando anomalías usando herramientas especializadas.

3. Respuesta rápida. Los operarios y trabajadores de mantenimiento no deben permitir retrasos en las respuestas ante las anomalías.

### ***Metas Principales del Mantenimiento Productivo Total.***

Las dos metas principales del TPM son:

1. El desarrollo de las condiciones óptimas en el taller como un sistema hombre – máquina, y
2. Mejorar la calidad general del lugar de trabajo.

### **1.4. EL CICLO DE MANTENIMIENTO.**

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

Para determinar el ciclo de mantenimiento se utiliza la siguiente curva de confiabilidad:



Figura 1. Curva de confiabilidad

W: frecuencia de falla del equipo

t: tiempo de explotación del equipo

Etapas:

- 0-1 Baja confiabilidad y alta frecuencia de falla debido a la utilización de malos materiales, no observación de tecnología de mantenimiento y a los errores de montaje.
- 1-2 Equipo confiable, es una etapa de trabajo normal y la frecuencia de falla es constante ( $W=k$ ).
- 2-3 Disminución de la confiabilidad, crecimiento de la frecuencia de falla debido al desgaste mecánico y procesos físicos químicos irreversibles en los componentes del equipo.

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

## 1.5. FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO.

Se pueden distinguir cuatro funciones principales en un servicio de mantenimiento, que son:

Planificación

Programación

Ejecución

Control

*¿Qué se entiende por planificar?*

La planificación de un trabajo consiste en estudiarlo detalladamente para:

- definirlo adecuadamente.
- dividirlo en sus tareas básicas y ordenar la secuencia de acciones a realizar.
- estimar la duración de las tareas y del total del trabajo.
- prever los medios materiales y humanos necesarios.

Se puede decir que planificar es preparar el trabajo con la antelación suficiente para evitar los tiempos muertos y las así llamadas "sorpresas".

Por eso, si no se planifica previamente un trabajo, surgirán con toda certeza problemas tales como:

- Interrupciones por falta de materiales, repuestos o herramientas.

- Esperas innecesarias, por no estar dispuesto el equipo por parte de fabricación, por no estar preparados los operarios de otras especialidades (por ejemplo electricistas) en el momento de intervenir, etc.
- Baja utilización del personal por enviar a un trabajo más operarios de los necesarios.
- Supervisión muy pobre de la ejecución por tener que dedicar el supervisor gran parte de su tiempo a "planificar los trabajos sobre la marcha" a costa de la supervisión de los mismos.
- La posibilidad de equivocarse la secuencia con que deben realizarse las operaciones, lo que supone como mínimo una pérdida de tiempo.

En general, en la planificación de los trabajos se puede distinguir dos fases:

1. Preparación técnica del trabajo.
2. Asignación de tiempos.

### ***Medios para facilitar la preparación técnica del trabajo.***

a) Sistemas de información.

Para la preparación del trabajo es muy importante contar con un sistema de información que:

- Sea fácil de utilizar por el personal.
- Gestione toda la información necesaria sobre la configuración de las instalaciones: características técnicas de los equipos; localización de

equipos intercambiables y relación de repuestos. Esta información debe ser gestionada y actualizada automáticamente por el sistema.

- Integre la información de los requerimientos y estado de mantenimiento, compras y almacén, automatizando la gestión óptima de los niveles de stock y reaprovisionamiento.
- Disponga de herramientas de planificación potentes que permitan planificar de modo automático en función de la experiencia histórica, salvo ajustes particulares de cada trabajo, proporcionando:
  - Secuencia de actividades y plazo de ejecución
  - Tareas a realizar en cada actividad
  - Requerimientos de personal y disponibilidad en fechas
  - Requerimientos de materiales
  - Requerimientos de servicios externos por fechas
  - Información para la preparación de materiales por el almacén para evitar tiempos muertos en el suministro

b) Documentación técnica de los equipos.

La oficina de planificación debe disponer de una serie de documentos importantes relativos a los equipos que deben ser suministrados por el proveedor, como son:

- Planos: máquinas, despieces, circuitos, etc.
- Manual de instrucciones y mantenimiento.

A veces hay que enfrentarse a la dificultad de localizar planos de fabricación de piezas de repuesto.

c) Simplificación del trabajo: la estandarización.

En el campo del mantenimiento uno de los factores que más influyen en su eficacia es la rapidez de ejecución de los trabajos ya que ésta afecta directamente a la mantenibilidad y por consiguiente también a la disponibilidad de las instalaciones.

Pues bien, la técnica de la estandarización ha sido creada para mejorar la mantenibilidad y facilita enormemente los trabajos de mantenimiento.

Muchas veces la simple localización de una pieza averiada y su posterior cambio por otra nueva requiere tiempos que pueden resultar prohibitivos. Es mucho más rápido y seguro extraer la pieza encerrada en otro conjunto más amplio, que la contiene por entero, y sustituirlo por otro conjunto igual, bien verificado en el taller, sin preocuparnos lo más mínimo por la inaccesibilidad de la pieza en la máquina.

Una vez cambiado el conjunto completo, y con tranquilidad, se procederá a la reparación de la pieza. En esta idea se basa la técnica de la estandarización.

Es una labor de estudio que debe venir acompañada de la lógica experiencia.

Otros ejemplos de estandarización pueden ser los de los lubricantes: "reemplazar a los cuatro proveedores de lubricantes y los treinta y dos tipos de aceite, por un suministrador único de seis tipos de aceite".

### ***Asignación de tiempos.***

Los objetivos que se persiguen con la asignación de tiempos en mantenimiento son:

- La planificación de los trabajos con mayor exactitud.
- La evaluación del rendimiento de la mano de obra.
- El establecimiento de primas de trabajo.

Durante muchos años se ha pretendido encontrar el camino que llevara a la determinación de unos tiempos exactos de mantenimiento, lo mismo que se logró con los trabajos de producción.

En muchas empresas se ha pretendido aplicar los sistemas de tiempo empleados en producción a todos los trabajos de mantenimiento. El resultado ha sido francamente malo. Las principales dificultades que ofrece la asignación de tiempos a mantenimiento son:

- El trabajo de mantenimiento tiende fundamentalmente a ser de naturaleza no repetitiva si bien muchas operaciones del mismo si lo son, como se comprobará posteriormente. No es fácil determinar por adelantado los detalles del trabajo.
- Los trabajos de mantenimiento cubren un amplio y variado campo de actuación dentro de la fábrica. Desde la simple sustitución de una lámpara al reacondicionamiento de una máquina de fabricación de papel

o la reparación de un tren de laminación. Desde el engrase de un motor a la reparación de un horno eléctrico.

- Las tareas de mantenimiento incluyen una amplia variedad de especialidades, con reparaciones que exigen la participación y coordinación de varios de ellos, es decir tareas multifunciones.
- Las largas distancias o desplazamientos, las maniobras penosas y la urgencia de muchos trabajos son otros graves inconvenientes para la medición exacta de los tiempos.

La mayoría de los métodos de medidas de tiempos están basados en el análisis detallado de los movimientos del operario en su puesto de trabajo y se aplican sobre todo a la producción en serie. Estos son:

- Método MTM (Method Time Measurement)
- El cronometraje
- La apreciación de actividad
- Las observaciones aleatorias
- Registro en vídeo
- Los estándares de tiempo (UMS)
- Los bloques de tiempo
- Las estimaciones

De todos éstos métodos el de las estimaciones es el más utilizado para los trabajos normales de mantenimiento, porque además es rápido. En cuanto a su falta de precisión, normalmente no es excesivamente gravoso y el orden

de magnitud obtenido es suficiente para permitir la programación del trabajo estimado.

Por otra parte, la recogida por el sistema informática de los tiempos reales invertidos, permite hacer cada vez menos estimaciones "a juicio" y más estimaciones "históricas".

Como conclusión se puede afirmar que para un servicio de mantenimiento, el dominio de los tiempos es esencial, ya que permite organizar el trabajo con la menor aleatoriedad posible. Sin asignación de tiempos no es posible la programación de los trabajos. El pretexto del "perno oxidado" es con frecuencia el origen de la no estimación de tiempos en los trabajos de mantenimiento.

### ***¿Qué se entiende por programar?***

La programación de un trabajo por su parte, significa determinar cuándo debe iniciarse el trabajo y de acuerdo con las estimaciones realizadas al planificarlo, cuando se prevé que termine.

Esta función forzosamente se realiza siempre que se va a acometer un trabajo. Otra consideración será sí se realiza correctamente y con la suficiente previsión.

Una adecuada programación tendrá como resultado un mantenimiento ordenado. Esta premisa no significa que tengamos que adoptar planteamientos rígidos, que se traducirían en resultados totalmente opuestos

a los que se persiguen. Es necesario reconocer que en los trabajos de mantenimiento es difícil cumplir la programación al 100%. La realidad es que en las instalaciones se producen situaciones que frecuentemente obligan a modificar los programas de mantenimiento. Por eso, una programación siempre debe ser flexible, aunque su objetivo es que el porcentaje de su cumplimiento sea el máximo posible.

La función de programación podemos dividirla a su vez en tres subfunciones:

- Programación propiamente dicha: consiste en integrar una solicitud de trabajo (ST) en un "planning", después de elegir las fechas de principio y fin.
- Lanzamiento: tiene como misión asegurar que están disponibles todos los medios necesarios (personal, materiales, utillajes, medios especiales, etc.) y emitir la orden de trabajo (O.T.) al equipo de ejecución.
- Avance: es otra subfunción que asegura el seguimiento del trabajo. Controla el progreso de los trabajos "en curso", su finalización, y registra las discrepancias entre las previsiones y la realidad, lo cual permite aplicar las correcciones necesarias para tener al día los plannings.



# CAPITULO 2.

## LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA PUCARA.

### 2.1. LA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA.

La generación hidroeléctrica juega un papel importante en los grandes sistemas eléctricos debido a sus muchas ventajas:

- Diseño simple
- Bajos costos de mantenimiento y operación
- Larga vida útil
- Rápida respuesta a variaciones de carga
- Alta confiabilidad
- Propicio al medio ambiente

Generalmente la energía producida por centrales hidroeléctricas es la más barata en un sistema eléctrico mixto como el ecuatoriano, y la puesta fuera de servicio para reparaciones no previstas representan grandes pérdidas económicas, tomando en cuenta los altos costos de las centrales térmicas que deben entrar en operación para reemplazar a las primeras.

Pero también tienen ciertas desventajas, tales como la contaminación del agua turbinada que sale de las unidades de generación y la acumulación de sedimentos en el embalse.

Según el servicio que dan en el consumo global de la red, las centrales se clasifican en:

*Centrales de base o centrales principales.* Son las que están destinadas a suministrar energía eléctrica de manera continua.

*Centrales de punta.* Proyectadas para cubrir demandas de energía en las horas punta.

*Centrales de reserva.* Tienen por objetivo reemplazar las centrales de base en caso de avería o reparación.

## **2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CENTRAL PUCARA.**

Antes de la promulgación de la nueva Ley de Régimen del Sector Eléctrico en el año de 1996, el Instituto Ecuatoriano de Electrificación tenía en sus manos la Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización de la energía eléctrica en nuestro país. Es decir existía un monopolio estatal manejando el sector eléctrico ecuatoriano.

La Central Hidroeléctrica Pucará a partir de la división del Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), pasó a ser propiedad de la empresa de generación HIDROPUCARA S.A. (hoy HIDROAGOYAN S.A.), y por tanto su operación y mantenimiento estaba a cargo de su nueva propietaria.

En el año 2001 nace la empresa Operadora de Servicios Energéticos Sociedad Anónima (OSENERSA S.A.), la misma que es propiedad de los antiguos trabajadores de INECEL, y a la que por medio de un contrato de

prestación de servicios de dos años de duración se adjudicó la operación y mantenimiento de todas las instalaciones de la Central, con excepción de la subestación Pucará, de cuya operación y mantenimiento se encarga TRANSELECTRIC S.A.

La Central Pucará se puede definir como una central de punta, pues es mayormente utilizada en las horas pico.

### **Características Generales.**

#### Laguna de Pisayambo.

Altitud	3537 m.s.n.m.
Distancia a Quito	≈160 Km
Extensión	1.8 Km <sup>2</sup>
Precipitación media anual	1600 mm

#### Central Pucará.

Altitud	3094 m.s.n.m.
Distancia a Quito	≈142 Km
Precipitación media anual	≈1200 mm
Energía generada anual	230 x 10 <sup>6</sup> KWH

### **Características Particulares.**

Presa.

Tipo	Tierra compactada
Longitud	820 m
Altura	41.2 m
Altura de la corona	3569.2 m.s.n.m.
Capacidad útil del embalse	$90 \times 10^6 \text{ m}^3$
Longitud del desagüe de fondo	238 m
Diámetro del ducto	2.2 m
Válvula mariposa	1 unidad
Válvula Howell-Bunger	1 unidad
Cuencas cooperantes	Río Talátag Río Quillopaccha Río Agualongopungo
Capacidad del vertedero	$250 \text{ m}^3/\text{s}$
Tipo	Fijo en abanico
Sección rápida	Rectangular

Generadores.

Número de unidades	2
Potencia aparente c/u	40 MVA
Potencia activa	38 MW

Potencia reactiva	12.5 MVAR
Número de fases	3
Factor de potencia	0.95
Voltaje	13.8 KV $\pm$ 5%
Corriente	1673 A
Velocidad	514.3 r.p.m.
Frecuencia	60 Hz
Número de polos	14
Devanado	Estrella
Aislamiento tipo	F
Sentido de giro	Manecillas del reloj
Excitación	Diodos rotativos
Tensión	173 V
Corriente	722 A
Peso del rotor con eje	57 TN.
Peso del estator	45 TN.
Temperatura rotor-estator con agua de enfriamiento a 15°C	105°C

*Transformadores de elevación.*

Número de unidades	2
Tipo de enfriamiento	FOW

Capacidad c/u	40 MVA
Número de fases	3
Número de devanados	2
Relación de transformación	13.8 KV / 138 KV
Conexiones	Delta / Estrella

Subestación Pucará.

Esquema 138 KV	Barra principal y barra de transferencia
Número de entradas	2
Número de salidas	2

Línea Pucará – Mulaló.

Voltaje	138 KV
Número de circuitos	1
Número de hilos de guardia	1
Conductor	477 mcm
Disposición	Triangular
Longitud	Km

Línea Pucará – Ambato.

Voltaje	138 KV
---------	--------

Número de circuitos	1
Número de hilos de guardia	1
Conductor	477 mcm
Disposición	Triangular
Longitud	30 Km

### **2.3. DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS EQUIPOS.**

En diciembre del año 2002, la central Pucará cumplió 25 años de vida, podemos tener entonces una idea de la tecnología usada en ese entonces para la construcción de la central y de la presa.

HIDROAGOYAN, como dueña de la central, ha emprendido en la tarea de modernizar todos los sistemas que sean susceptibles de aquello. Así los antiguos reguladores automáticos de velocidad como de tensión de la unidad 1 han sido cambiados, antes eran electrónicos, hoy son mayormente digitales.

Aquí se presenta una necesidad para el personal de mantenimiento encargado de los equipos nuevos, y es la capacitación. Antes era más fácil calibrar un potenciómetro por ejemplo, pero hoy cuando un equipo digital se encarga de todo, no se pueden manipular las tarjetas electrónicas de igual manera.

Cabe señalar que es más difícil reemplazar un equipo o sistema nuevo en lugar de otro que ya estaba instalado y funcionando, que implementar algo totalmente nuevo, arrancando desde cero.

La mayoría de los sistemas que utilizan agua se encuentran en perfecto estado debido en gran parte a la calidad del agua. Pucará tiene la ventaja de que el agua del embalse de Pisayambo es bastante limpia, a diferencia de centrales como Paute o Agoyán, con lo que se evitan bastantes problemas en sus equipos mecánicos en especial.

#### **2.4. LISTADO DE EQUIPOS DE LA CENTRAL EN LOS QUE TRABAJA EL AREA DE MANTENIMIENTO ELECTRICO**

El área de mantenimiento eléctrico no realiza tareas de mantenimiento en todos los equipos de la Central, sino solo en determinados equipos, cuyo listado se detalla en la siguiente tabla, en donde han sido distribuidos de acuerdo a las instalaciones y sistemas a los que pertenecen.

<b>CODIGO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
CP-AC	AUXILIARES COMUNES
CP-AC-01	LEVANTAMIENTO Y FRENADO
CP-AC-01-EME01	MOTOR DEL COMPRESOR DE AIRE DE FRENADO #1
CP-AC-01-EME02	MOTOR DEL COMPRESOR DE AIRE DE FRENADO #2
CP-AC-01-ETA01	TABLERO DE CONTROL DE AIRE DE FRENADO
CP-AC-01-ETA02	TABLERO DE CONTROL DE LEVANTAMIENTO
CP-AC-01-IIN01	MANOMETRO DE PRESION DE AIRE DE FRENADO
CP-AC-01-IIN02	MANOMETRO PRESION TANQUE AIRE DE FRENADO
CP-AC-01-ISE01	PRESOSTATO ARRANQUE COMPRESORES AIRE DE FRENADO BAJA PRESION 63AF1
CP-AC-01-ISE02	PRESOSTATO PARO COMPRESORES AIRE DE FRENADO ALTA PRESION 63AF2
CP-AC-01-ISE03	TERMOSTATO PARO COMPRESOR 1 AIRE DE FRENADO ALTA TEMPERATURA 49C1/TEMP.

CP-AC-01-ISE04	TERMOSTATO PARO COMPRESOR 2 AIRE DE FRENADO ALTA TEMPERATURA 49C2/TEMP.
CP-AC-01-ISE05	DETECTOR BAJO NIVEL ACEITE COMPRESOR 1 AIRE DE FRENADO 33QC1/NIVEL ACEITE
CP-AC-01-ISE06	DETECTOR BAJO NIVEL ACEITE COMPRESOR 2 AIRE DE FRENADO 33QC2/NIVEL ACEITE
CP-AC-02	AIRE DE REGULACION
CP-AC-02-EEV01	ELECTROVALVULA DE PASO DE AIRE DE REGULACION
CP-AC-02-EME01	MOTOR DE COMPRESOR AIRE REGULACION #1
CP-AC-02-EME02	MOTOR DE COMPRESOR AIRE REGULACION #2
CP-AC-02-ETA01	ARRANCADOR MOTOR DE COMPRESOR AIRE REGULACION #1
CP-AC-02-ETA02	ARRANCADOR MOTOR DE COMPRESOR AIRE REGULACION #2
CP-AC-02-IIN01	MANOMETRO PRESION TANQUE AIRE DE REGULACION
CP-AC-02-IIN02	MANOMETROS EN COMPRESORES AIRE DE REGULACION
CP-AC-02-ISE01	PRESOSTATO ARRANQUE COMPRESOR AIRE DE REG. SELECCIONADO 63A2/DB
CP-AC-02-ISE02	PRESOSTATO ARRANQUE 2DO. COMPRESOR AIRE DE REGULACION 63A3/DC
CP-AC-02-ISE03	PRESOSTATO PARO COMPRESORES AIRE DE REG. TERMINADO CICLO 63A1/DA
CP-AC-02-ISE04	PRESOSTATO ALARMA BAJA PRESION EN TANQUE AIRE DE REG. 63A4/LL
CP-AC-03	CORRIENTE CONTINUA
CP-AC-03-ECB01	BANCO DE BATERIAS 125 VCC #1
CP-AC-03-ECB02	BANCO DE BATERIAS 125 VCC #2
CP-AC-03-ECB03	BANCO DE BATERIAS 48 VCC #1
CP-AC-03-ECB04	BANCO DE BATERIAS 48 VCC #2
CP-AC-03-EIL01	ILUMINACION DE EMERGENCIA
CP-AC-03-EIV01	INVERSOR 125 VDC - 125 VAC
CP-AC-03-ETA01	TABLERO CARGADOR DE BATERIAS 125 VCC #1
CP-AC-03-ETA02	TABLERO CARGADOR DE BATERIAS 125 VCC #2
CP-AC-03-ETA03	TABLERO CARGADOR DE BATERIAS 48 VCC
CP-AC-04	CONTRA INCENDIOS DE CO2
CP-AC-04-ETA01	TABLERO DEL SIST. CONTRA INCENDIOS DE CO2
CP-AC-04-ISE01	DETECTORES DE TEMPERATURA CONTRA INCENDIOS DE CO2 DE U1
CP-AC-04-ISE02	DETECTORES DE TEMPERATURA CONTRA INCENDIOS DE CO2 DE U2
CP-AC-04-ISE03	PRESOSTATO ALARMA CONTRA INCENDIOS DE CO2 DISPARO DE U1 63IG-U1
CP-AC-04-ISE04	PRESOSTATO ALARMA CONTRA INCENDIOS DE CO2 DISPARO DE U2 63IG-U2
CP-AC-05	ALIMENTACION 220VAC
CP-AC-05-EIN01	INTERRUPTOR 24 B1
CP-AC-05-EIN02	INTERRUPTOR 24 U2
CP-AC-05-EIN03	INTERRUPTOR 24 B2
CP-AC-05-EIN04	INTERRUPTOR 24 E
CP-AC-05-EIN05	INTERRUPTOR 24 U1
CP-AC-05-ETA01	TABLERO DUPLEX SECCION SERVICIOS AUXILIARES
CP-AC-05-ETA02	TABLERO DE ALIMENTACION A 220 VAC
CP-AC-05-ETR01	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES UNIDAD 1
CP-AC-05-ETR02	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS GENERALES
CP-AC-05-ETR03	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES UNIDAD 2
CP-AG	AUXILIARES GENERALES
CP-AG-01	ILUMINACION Y FUERZA
CP-AG-01-EAL01	BANDEJAS Y CABLES

CP-AG-01-EIL01	LUMINARIAS Y TOMACORRIENTES
CP-AG-01-ETA01	TABLEROS DE CONTROL DE ILUMINACION Y FUERZA
CP-AG-02	VENTILACION Y EXTRACCION DE AIRE
CP-AG-02-EAA01	EQUIPO ACONDICIONADOR DE AIRE DE SALA DE CONTROL
CP-AG-02-EME01	MOTOR DE VENTILADOR 1
CP-AG-02-EME02	MOTOR DE VENTILADOR 2
CP-AG-02-EME03	MOTOR DE EXTRACTOR DE AIRE 1
CP-AG-02-EME04	MOTOR DE EXTRACTOR DE AIRE 2
CP-AG-02-ETA01	TABLERO DE CONTROL DE VENTILACION
CP-AG-02-ETA02	TABLERO DE CONTROL DE EXTRACCION DE AIRE
CP-AG-02-ISE01	DETECTOR FLUJO AIRE DE EXTRACCION. CONT. FLUJO/V1
CP-AG-02-ISE02	DETECTOR FLUJO AIRE DE EXTRACCION. CONT. FLUJO/V2
CP-AG-02-ISE03	MICROSWITCHS POSICION DAMPERS DE EXTRACTORES 1 Y 2
CP-AG-03	AIRE DE SERVICIOS
CP-AG-03-EME01	MOTOR DE COMPRESOR AIRE DE SERVICIOS #1
CP-AG-03-EME02	MOTOR DE COMPRESOR AIRE DE SERVICIOS #2
CP-AG-03-ETA01	TABLERO 1 DE CONTROL DE AIRE DE SERVICIOS
CP-AG-03-ETA02	TABLERO 2 DE CONTROL DE AIRE DE SERVICIOS
CP-AG-03-IIN01	MANOMETRO INDICADOR DE PRESION TANQUE 1 AIRE DE SERVICIOS
CP-AG-03-IIN02	MANOMETRO INDICADOR DE PRESION TANQUE 2 AIRE DE SERVICIOS
CP-AG-03-ISE01	DETECTOR BAJO NIVEL DE ACEITE COMPRESOR 1 AIRE DE SERVICIOS 33QC/NIVEL ACEITE
CP-AG-03-ISE02	TERMOSTATO PARO COMPRESOR 1 AIRE DE SERV. POR ALTA TEMP. 49C/TEMP.
CP-AG-03-ISE03	PRESOSTATO ARRANQUE Y PARO COMPRESOR 1 AIRE DE SERV. 63AS/ 6.8-8.5 BAR
CP-AG-03-ISE04	PRESOSTATO ARRANQUE Y PARO COMPRESOR 2 AIRE DE SERV. 63AS/ 6.8-8.5 BAR
CP-AG-04	BOMBAS DE AGOTAMIENTO
CP-AG-04-EME01	MOTOR DE BOMBA DE AGOTAMIENTO #1
CP-AG-04-EME02	MOTOR DE BOMBA DE AGOTAMIENTO #2
CP-AG-04-ETA01	ARRANCADOR DE MOTOR DE BOMBA DE AGOTAMIENTO #1
CP-AG-04-ETA02	ARRANCADOR DE MOTOR DE BOMBA DE AGOTAMIENTO #2
CP-AG-04-ISE01	DETECTOR NIVEL ALTO EN POZO DE BOMBAS HN-1/NIVEL ALTO
CP-AG-04-ISE02	DETECTOR NIVEL ALTO EN POZO DE BOMBAS HN-2/NIVEL ALTO
CP-AG-04-ISE03	DETECTOR NIVEL BAJO EN POZO DE BOMBAS BN-2/NIVEL BAJO
CP-AG-04-ISE04	DETECTOR DE FLUJO BOMBA DE AGOTAMIENTO #1 FS-1/ FLUJO BOMBA 1
CP-AG-04-ISE05	DETECTOR DE FLUJO BOMBA DE AGOTAMIENTO #2 FS-2/ FLUJO BOMBA 2
CP-AG-04-ISE06	DETECTOR NIVEL ALTO (ALARMA) POZO DE BOMBAS DE AGOTAMIENTO HN-3
CP-AG-05	PUENTE GRUA Y MALACATE
CP-AG-05-ECB01	BANCOS DE RESISTENCIAS DE CONTROL DE VELOCIDAD
CP-AG-05-EIL01	LUMINARIAS Y TOMAS DE PUENTE GRUA
CP-AG-05-EME01	MOTOR DEL PUENTE PRINCIPAL
CP-AG-05-EME02	MOTOR DEL CARRO PRINCIPAL
CP-AG-05-EME03	MOTOR DEL GANCHO DE 10 TON.
CP-AG-05-EME04	MOTOR DEL CARRO DEL GANCHO DE 10 TON.
CP-AG-05-EME05	MOTOR DEL GANCHO DE 15 TON.
CP-AG-05-EME06	MOTOR DEL GANCHO DE 75 TON.
CP-AG-05-ETA01	TABLEROS DE CONTROL DEL PUENTE GRUA

CP-AG-05-ETA02	CONTROL DE LA CABINA
CP-AG-05-ETA03	BORNERA DE CONTROL PISO
CP-CD	CONDUCCION Y DESCARGA
CP-CD-01	DESAGUE DE FONDO
CP-CD-01-ECC01	CENTRO DE CARGA DEL DESAGUE DE FONDO
CP-CD-01-EIL01	LUMINARIAS Y TOMAS DE DESAGUE DE FONDO
CP-CD-01-IED01	MEDIDOR DE PRESION (NIVEL) DEL EMBALSE
CP-CD-02	TOMA DE CARGA
CP-CD-02-ECC01	CENTRO DE CARGA DE TOMA DE CARGA
CP-CD-02-EEV01	ELECTROVALVULAS DEL ACCIONAMIENTO HIDRAULICO DE TOMA DE CARGA
CP-CD-02-EIL01	LUMINARIAS Y TOMAS DE TOMA DE CARGA
CP-CD-02-EME01	MOTOR ELECTRICO DEL ACCIONAMIENTO HIDRAULICO DE TOMA DE CARGA
CP-CD-02-ETA01	TABLERO DE CONTROL DE BOMBA DEL ACC. HIDR. DE TOMA DE CARGA
CP-CD-02-ISE01	MICROSWITCHS EN TOMA DE CARGA
CP-CD-04	CAMARA DE VALVULAS
CP-CD-04-ECC01	CENTRO DE CARGA DE CAMARA DE VALVULAS
CP-CD-04-EIL01	LUMINARIAS Y TOMAS DE CAMARA DE VALVULAS
CP-CD-04-EME01	MOTOR DEL ACCIONAM. HIDRAULICO DE VALV. MARIPOSA DE CAMARA DE VALVULAS
CP-CD-04-ETA01	TABLERO DE CONTROL DE CAMARA DE VALVULAS
CP-CD-04-IEC01	DISPOSITIVO BOPP REUTHER
CP-CD-04-ISE01	MICROSWITCHS EN CAMARA DE VALVULAS
CP-CD-04-ISE02	DETECTOR BAJO NIVEL ACEITE EN TANQUE DE ACEITE DE ACC. DE VALV. MARIPOSA, mLO
CP-SG	SERVICIOS GENERALES
CP-SG-01	COMUNICACIONES
CP-SG-01-IEN01	TELEFONOS
CP-SG-01-IEN02	CENTRAL TELEFONICA
CP-SG-01-IEN03	RED TELEFONICA
CP-SG-01-IEN04	RADIOS
CP-SG-01-IEN05	TELEFONO PISAYAMBO
CP-SG-01-IEN06	ANTENA
CP-SG-01-IEN07	CABLE TELEFONICO
CP-SG-02	GENERADOR DE EMERGENCIA
CP-SG-02-ECB01	BATERIAS DEL GENERADOR DE EMERGENCIA
CP-SG-02-EGE01	GENERADOR ELECTRICO DEL GENERADOR DE EMERGENCIA
CP-SG-02-EIL01	LUMINARIAS Y TOMAS DEL GENERADOR DE EMERGENCIA
CP-SG-02-EIN01	INTERRUPTOR 24D
CP-SG-02-ETA01	TABLERO DE CONTROL DEL GENERADOR DE EMERGENCIA
CP-SG-02-ETA02	TABLERO CARGADOR DE BATERIAS DEL GENERADOR DE EMERGENCIA
CP-SG-02-ETA03	TABLERO DUPLEX DEL GENERADOR DE EMERGENCIA
CP-SG-03	SUBESTACION DE 13.8KV
CP-SG-03-EAL01	CABLE DE 13.8KV
CP-SG-03-EPA01	PARARRAYOS
CP-SG-03-ERC01	RECONECTADOR SUBESTACION 13.8KV
CP-SG-03-ESE01	SECCIONADORES SUBESTACION 13.8KV
CP-SG-03-ETR01	TRANSFORMADOR DEL GENERADOR DE EMERGENCIA

CP-SG-03-ETR02	TRANSFORMADOR DE MEDICION
CP-SG-04	DISTRIBUCION PUCARA 13.8KV
CP-SG-04-EIL01	ALUMBRADO PÚBLICO
CP-TA	TALLERES
CP-TA-01	TORNO
CP-TA-01-EME01	MOTOR DEL TORNO DE TALLER MECANICO
CP-TA-02	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
CP-TA-02-IED01	EQUIPOS DE PRUEBA Y MEDICION ELECTRICOS
CP-TA-03	PUENTE GRUA DEL TALLER
CP-TA-03-EME01	MOTOR DEL PUENTE GRUA DE TALLER MECANICO
CP-TA-03-EME02	MOTOR DEL CARRO DEL PUENTE GRUA DE TALLER MECANICO
CP-TA-03-EME03	MOTOR DEL GANCHO DEL PUENTE GRUA DE TALLER MECANICO
CP-TA-03-ETA01	TABLERO DE CONTROL DEL PUENTE GRUA DE TALLER MECANICO
CP-TA-03-ETA02	BORNERA DE CONTROL PISO DEL PUENTE GRUA DE TALLER MECANICO
CP-TA-05	CENTRIFUGADORA DE ACEITE
CP-TA-05-EME01	MOTOR ELECTRICO DE CENTRIFUGADORA DE ACEITE
CP-U1	UNIDAD GENERACION 1
CP-U1-01	CONTROL Y PROTECCION
CP-U1-01-ETA01	TABLERO DUPLEX TURBINA DE U1
CP-U1-01-ETA02	TABLERO DUPLEX GENERADOR DE U1
CP-U1-01-ETA03	TABLERO DUPLEX TRANSFORMADOR DE U1
CP-U1-01-ETA04	TABLERO HIDRAULICO DE U1
CP-U1-01-ETA05	TABLERO DE CONTROL LOCAL TURBINA U1
CP-U1-01-ETA06	TABLERO DE SINCRONIZACION U1, U2
CP-U1-02	TURBINADO
CP-U1-02-EEV01	ELECTROVALVULA DE CONTRACHORRO
CP-U1-02-ISE01	TERMOSTATO ALARMA METAL COJINETE GUIA DE U1 38B1/MF/40
CP-U1-02-ISE02	TERMOSTATO ALARMA ACEITE COJINETE GUIA DE U1 38Q1/MG/41
CP-U1-02-ISE03	TELETERMOMETRO ALARMA DISPARO METAL COJINETE GUIA DE U1 38MIL/LX/42, 38MIH/LY/43
CP-U1-02-ISE04	MANOSTATO BAJO NIVEL ACEITE COJINETE GUIA DE U1 33Q1B/ML, 76
CP-U1-02-ISE05	DETECTOR BAJO NIVEL ACEITE (MAGNETROL) BLOQUEO ALARMA DE U1 33Q1A/MM, 75
CP-U1-02-ISE06	TELETERMOMETRO AGUA SALIDA REFRIGERACION COJINETE GUIA DE U1 38W1/MA, 55
CP-U1-03	VALVULA ESFERICA
CP-U1-03-EEV01	ELECTROVALVULA ESFERICA DE U1
CP-U1-03-EEV02	ELECTROVALVULA DE BY-PASS DE VALV. ESFERICA DE U1
CP-U1-03-IIN01	MANOMETRO DE INDICACION PRESION SELLO AGUAS ARRIBA DE U1
CP-U1-03-IIN02	MANOMETRO DE INDICACION PRESION SELLO AGUAS ABAJO DE U1
CP-U1-03-IIN03	MANOMETRO DE INDICACION PRESION AGUAS ARRIBA DE U1
CP-U1-03-IIN04	MANOMETRO DE INDICACION PRESION AGUAS ABAJO DE U1
CP-U1-03-ISE01	PRESOSTATO DE SELLO AGUAS ARRIBA DE U1 63VS/CR, 206
CP-U1-03-ISE02	PRESOSTATO DE SELLO AGUAS ABAJO DE U1 63COL/CS, 207
CP-U1-03-ISE03	MICROSWITCHS DE POSICION EN VALVULA ESFERICA DE U1
CP-U1-04	REGULACION DE VELOCIDAD
CP-U1-04-EEV01	VALVULA DE INYECCION DE AIRE DE REGULACION DE U1 20A/BH, 228
CP-U1-04-EME01	MOTOR DE BOMBA #1 DE TANQUE COLECTOR DE U1

CP-U1-04-EME02	MOTOR DE BOMBA #2 DE TANQUE COLECTOR DE U1
CP-U1-04-ERG01	REGULADOR DE VELOCIDAD RAV DE U1
CP-U1-04-ETA01	ARRANCADOR DE MOTOR DE BOMBA #1 DE TANQUE COLECTOR DE U1
CP-U1-04-ETA02	ARRANCADOR DE MOTOR DE BOMBA #2 DE TANQUE COLECTOR DE U1
CP-U1-04-IIN01	INDICADOR DE NIVEL DE TANQUE DE PRESION DE U1
CP-U1-04-ISE01	MICROSWITCH DE POSICION DE DEFLECTORES DE U1 33DEF/C/CA. 208
CP-U1-04-ISE02	PRESOSTATO ALARMA BAJA PRESION ACEITE TQ. DE PRESION DE U1 63QA/LJ
CP-U1-04-ISE03	PRESOSTATO DISPARO BAJA PRESION ACEITE TQ. DE PRESION DE U1 63QB/LK
CP-U1-04-ISE04	DETECTOR DE NIVEL ALTO DE ACEITE TQ. COLECTOR DE U1 33GH/LO
CP-U1-04-ISE05	DETECTOR DE NIVEL BAJO DE ACEITE TQ. COLECTOR DE U1 33GL/LN
CP-U1-04-ISE06	TELETERMOMETRO DE ACEITE TQ. COLECTOR DE U1 33QG/LP
CP-U1-04-ISE07	PRESOSTATO CABEZAL BOMBAS TQ. COLECTOR DE U1 63Q1/CQ
CP-U1-04-ISE08	MICROSWITCHS DE POSICION DE INYECTORES DE U1
CP-U1-05	GENERACION
CP-U1-05-EGE01	GENERADOR DE U1
CP-U1-05-ISE01	TERMOSTATO ALARMA METAL COJINETE GUIA SUPERIOR 38B4/MD/37
CP-U1-05-ISE02	TELETERMOMETRO ALARMA DISPARO METAL COJ. GUIA SUPERIOR 38M4L/LR/46, 38M4H/LS/47
CP-U1-05-ISE03	MAGNETROL COJINETE COMBINADO GENERADOR DE U1
CP-U1-05-ISE04	TERMOSTATO ALARMA METAL COJINETE DE EMPUJE 38B3/ME/38
CP-U1-05-ISE05	TELETERMOMETRO ALARMA DISPARO METAL COJ. DE EMPUJE 38M3L/LT/48, 38M2H/45
CP-U1-05-ISE06	TELETERMOMETRO ALARMA ACEITE COJ. DE EMPUJE 38Q3/LV/50
CP-U1-05-ISE07	TELETERMOMETRO ALARMA SALIDA AGUA ENFRIAMIENTO 38W3/LZ/53
CP-U1-05-ISE08	SONDAS DE TEMPERATURA A RESISTENCIA RTD DE U1
CP-U1-05-ISE09	MAGNETROL COJINETE GUIA INFERIOR GENERADOR DE U1
CP-U1-05-ISE10	TERMOSTATO ALARMA METAL COJINETE GUIA INFERIOR 38B2/36
CP-U1-05-ISE11	TERMOSTATO ALARMA ACEITE COJINETE GUIA INFERIOR 38Q2/39
CP-U1-05-ISE12	TELETERMOMETRO ALARMA DISPARO METAL COJ. GUIA INFERIOR 38M2U/44, 38M2H/45
CP-U1-05-ISE13	TELETERMOMETRO ALARMA SALIDA AGUA ENFRIAMIENTO 38W2/54
CP-U1-06	EXCITACION
CP-U1-06-EAL01	ALIMENTACION A 13.8 KV. DE U1
CP-U1-06-EFU01	FUSIBLES ALTA TENSION TRANSFORMADOR DE EXCITACION DE U1
CP-U1-06-EGE01	EXCITATRIZ DE U1
CP-U1-06-ERG01	REGULADOR DE TENSION RAT DE U1
CP-U1-06-ESE01	SECCIONADORES DE CUCHILLA DE ALIMENTACION 13.8 KV. DE U1
CP-U1-06-ETR01	TRANSFORMADOR DE EXCITACION DE U1
CP-U1-06-ISE01	MICROSWITCHS ALARMA INDIC. FUSIBLE FUNDIDO TRANSF. EXCIT. DE U1 FUTPX
CP-U1-07	ENFRIAMIENTO DE AGUA
CP-U1-07-EME01	MOTOR DE BOMBA # 1 DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE U1
CP-U1-07-EME02	MOTOR DE BOMBA # 2 DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE U1
CP-U1-07-ETA01	ARRANCADOR MOTOR DE BOMBA #1 AGUA DE ENFRIAMIENTO DE U1
CP-U1-07-ETA02	ARRANCADOR MOTOR DE BOMBA #2 AGUA DE ENFRIAMIENTO DE U1
CP-U1-07-ETA03	TABLERO DE CONTROL BOMBAS DE AGUA DE ENFRIAMIENTO U1, U2
CP-U1-07-IED01	MEDIDOR DIFERENCIAL DE CAUDAL CON MICROSWITCHS
CP-U1-07-IIN01	MANOMETRO INDICADOR DE PRESION DE CABEZAL DE BOMBA
CP-U1-07-ISE01	DETECTOR BAJO NIVEL AGUA (BOYA) EN CARCAMO PARO BOMBAS 33W/BN-2, 85

CP-U1-07-ISE02	DETECTOR BAJO NIVEL AGUA (BOYA) EN CARCAMO ALARMA BOMBAS 33WP/BN-1, 81
CP-U1-07-ISE03	PRESOSTATO OPERACION BOMBA DE ENFRIAMIENTO DE RESERVA 63W/PS, 86
CP-U1-07-ISE04	TELETERMOMETRO ALARMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO 38WP/51
CP-U1-07-ISE05	DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO DE TRANSF. 40MVA DE U1
CP-U1-07-ISE06	DETECTOR FLUJO AGUA BOMBAS DE ENFRIAMIENTO 63FWX/1C
CP-U1-07-ISE07	DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO TANQUE COLECTOR 63FWG/MN
CP-U1-07-ISE08	DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO COJ. GUIA TURBINA 63FW1/MP, 69
CP-U1-07-ISE09	DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO COJ. GUIA INFERIOR 63FW2/68
CP-U1-07-ISE10	DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO COJINETE EMPUJE 63FW3/MO. 67
CP-U1-07-ISE11	DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO AIRE DE GENERADOR 63FA1/61
CP-U1-07-ISE12	DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO AIRE DE GENERADOR 63FA2/62
CP-U1-07-ISE13	DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO AIRE DE GENERADOR 63FA3/63
CP-U1-07-ISE14	DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO AIRE DE GENERADOR 63FA4/64
CP-U1-07-ISE15	DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO AIRE DE GENERADOR 63FA5/65
CP-U1-07-ISE16	DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO AIRE DE GENERADOR 63FA6/66
CP-U1-08	BARRAS ENCAPSULADAS Y TRANSFORMADORES
CP-U1-08-ECB01	BANCO DE RESISTENCIAS DE PUESTA A TIERRA DE U1
CP-U1-08-ECU01	CUBICULO DE TRANSFORMADORES PUESTA A TIERRA DE U1
CP-U1-08-ECU02	CUBICULO DE TRANSFORMADORES Y BARRAS ENCAPSULADAS DE U1
CP-U1-08-ETR01	TRANSFORMADOR DE PUESTA A TIERRA DE U1
CP-U1-09	TRANSFORMACION
CP-U1-09-EAI01	BUSHINGS DE ALTA TENSION DE TRANSFORMADOR DE 40MVA DE U1
CP-U1-09-EAI02	BUSHINGS DE BAJA TENSION DE TRANSFORMADOR DE 40MVA DE U1
CP-U1-09-EAL01	ALIMENTACION CABLE DE 138 KV DE U1
CP-U1-09-EME01	MOTOR DE BOMBA # 1 DE ACEITE DE TRANSFORMADOR DE U1
CP-U1-09-EME02	MOTOR DE BOMBA # 2 DE ACEITE DE TRANSFORMADOR DE U1
CP-U1-09-ERL01	RELE BUCHOLZ DE TRANSFORMADOR DE U1 63T/A 63T/D
CP-U1-09-ETA01	ARRANCADOR DE MOTOR DE BOMBA # 1 DE ACEITE DE TRANSFORMADOR DE U1
CP-U1-09-ETA02	ARRANCADOR DE MOTOR DE BOMBA # 2 DE ACEITE DE TRANSFORMADOR DE U1
CP-U1-09-ETA03	TABLERO ELECTRICO DE TRANSFORMADOR DE U1
CP-U1-09-ETR01	TRANSFORMADOR DE 40 MVA DE U1
CP-U1-09-ISE01	DETECTOR BAJO NIVEL ACEITE DE TRANSFORMADOR DE U1 OLG-1, OLG-2
CP-U1-09-ISE02	TELETERMOMETRO TEMP. DEVANADO DE TRANSF. DE U1 WTI/70, WTI/49TL/105, WTI/49TH/120
CP-U1-09-ISE03	TELETERMOMETRO TEMP. ACEITE DE TRANSF. DE U1 OTI/38TA/73, OTI/38TB/95
CP-U1-09-ISE04	DETECTOR FLUJO ACEITE DE TRANSF. DE U1 63FQ1/OF1
CP-U1-09-ISE05	DETECTOR FLUJO ACEITE DE TRANSF. DE U1 63FQ2/OF2
CP-U1-09-ISE06	MANOSTATO ALTA PRESION DE NITROGENO DE TRANSF. DE U1 HPG/250 psi
CP-U1-09-ISE07	MANOSTATO BAJA PRESION DE NITROGENO DE TRANSF. DE U1 PVG/LO 0.25psi, PVG/HI 8.5psi
CP-U1-09-ISE08	MANOSTATO PRESION DE ACEITE CABLE DE 138KV FASE A DE U1 63C-A/ MIN, MAX
CP-U1-09-ISE09	MANOSTATO PRESION DE ACEITE CABLE DE 138KV FASE B DE U1 63C-B/ MIN, MAX
CP-U1-09-ISE10	MANOSTATO PRESION DE ACEITE CABLE DE 138KV FASE C DE U1 63C-C/ MIN, MAX
CP-U1-10	ENGRASE CENTRALIZADO
CP-U1-10-EEV01	ELECTROVALVULA DE CIRCUITO 1 DE GRASA DE U1 W1/VALV.
CP-U1-10-EEV02	ELECTROVALVULA DE CIRCUITO 2 DE GRASA DE U1 W2/VALV.
CP-U1-10-EEV03	ELECTROVALVULA CIRCUITO DE AIRE SIST. ENGRASE DE U1 SAV / VALV. SOLENOIDE AIRE

CP-U1-10-ETA01	TABLERO DE CONTROL DE ENGRASE DE U1
CP-U1-10-IIN01	MANOMETRO PRESION AIRE SISTEMA ENGRASE DE U1
CP-U1-10-IIN02	MANOMETRO PRESION GRASA SISTEMA ENGRASE DE U1
CP-U1-10-ISE01	MICROSWITCH DE POSICION DE VALVULA ESFERICA DE U1 NO CERRADA 20VA
CP-U1-10-ISE02	MICROSWITCH OPERACION DE FIN DE CICLO CIRCUITO 1 DE U1 MS1
CP-U1-10-ISE03	MICROSWITCH OPERACION DE FIN DE CICLO CIRCUITO 2 DE U1 MS2
CP-U2	UNIDAD GENERACION 2
CP-U2-O1	CONTROL Y PROTECCION
CP-U2-01-ETA01	TABLERO DUPLEX TURBINA DE U2
CP-U2-01-ETA02	TABLERO DUPLEX GENERADOR DE U2
CP-U2-01-ETA03	TABLERO DUPLEX TRANSFORMADOR DE U2
CP-U2-01-ETA04	TABLERO HIDRAULICO DE U2
CP-U2-01-ETA05	TABLERO DE CONTROL LOCAL TURBINA U2
CP-U2-O2	TURBINADO
CP-U2-02-EEV01	ELECTROVALVULA DE CONTRACHORRO
CP-U2-02-ISE01	TERMOSTATO ALARMA METAL COJINETE GUIA DE U2 38B1/MF/40
CP-U2-02-ISE02	TERMOSTATO ALARMA ACEITE COJINETE GUIA DE U2 38Q1/MG/41
CP-U2-02-ISE03	TELETERMOMETRO ALARMA DISPARO METAL COJINETE GUIA DE U2 38MIL/LX/42, 38MIH/LY/43
CP-U2-02-ISE04	MANOSTATO BAJO NIVEL ACEITE COJINETE GUIA DE U2 33Q1B/ML, 76
CP-U2-02-ISE05	DETECTOR BAJO NIVEL ACEITE (MAGNETROL) BLOQUEO ALARMA DE U2 33Q1A/MM, 75
CP-U2-02-ISE06	TELETERMOMETRO AGUA SALIDA REFRIGERACION COJINETE GUIA DE U2 38W1/MA, 55
CP-U2-O3	VALVULA ESFERICA
CP-U2-03-EEV01	ELECTROVALVULA ESFERICA DE U2
CP-U2-03-EEV02	ELECTROVALVULA DE BY-PASS DE VALV. ESFERICA DE U2
CP-U2-03-IIN01	MANOMETRO DE INDICACION PRESION SELLO AGUAS ARRIBA DE U2
CP-U2-03-IIN02	MANOMETRO DE INDICACION PRESION SELLO AGUAS ABAJO DE U2
CP-U2-03-IIN03	MANOMETRO DE INDICACION PRESION AGUAS ARRIBA DE U2
CP-U2-03-IIN04	MANOMETRO DE INDICACION PRESION AGUAS ABAJO DE U2
CP-U2-03-ISE01	PRESOSTATO DE SELLO AGUAS ARRIBA DE U2 63VS/CR, 206
CP-U2-03-ISE02	PRESOSTATO DE SELLO AGUAS ABAJO DE U2 63COL/CS, 207
CP-U2-03-ISE03	MICROSWITCHS DE POSICION EN VALVULA ESFERICA DE U2
CP-U2-Q4	REGULACION DE VELOCIDAD
CP-U2-04-EEV01	VALVULA DE INYECCION DE AIRE DE REGULACION DE U2 20A/BH, 228
CP-U2-04-EME01	MOTOR DE BOMBA #1 DE TANQUE COLECTOR DE U2
CP-U2-04-EME02	MOTOR DE BOMBA #2 DE TANQUE COLECTOR DE U2
CP-U2-04-ERG01	REGULADOR DE VELOCIDAD RAV DE U2
CP-U2-04-ETA01	ARRANCADOR DE MOTOR DE BOMBA #1 DE TANQUE COLECTOR DE U2
CP-U2-04-ETA02	ARRANCADOR DE MOTOR DE BOMBA #2 DE TANQUE COLECTOR DE U2
CP-U2-04-IIN01	INDICADOR DE NIVEL DE TANQUE DE PRESION DE U2
CP-U2-04-ISE01	MICROSWITCH DE POSICION DE DEFLECTORES DE U2 33DEF/C/CA, 208
CP-U2-04-ISE02	PRESOSTATO ALARMA BAJA PRESION ACEITE TQ. DE PRESION DE U2 63QA/LJ
CP-U2-04-ISE03	PRESOSTATO DISPARO BAJA PRESION ACEITE TQ. DE PRESION DE U2 63QB/LK
CP-U2-04-ISE04	DETECTOR DE NIVEL ALTO DE ACEITE TQ. COLECTOR DE U2 33GH/LO
CP-U2-04-ISE05	DETECTOR DE NIVEL BAJO DE ACEITE TQ. COLECTOR DE U2 33GL/LN
CP-U2-04-ISE06	TELETERMOMETRO DE ACEITE TQ. COLECTOR DE U2 33QG/LP

CP-U2-07-ISE14	DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO AIRE DE GENERADOR 63FA4/64
CP-U2-07-ISE15	DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO AIRE DE GENERADOR 63FA5/65
CP-U2-07-ISE16	DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO AIRE DE GENERADOR 63FA8/66
CP-U2-08	BARRAS ENCAPSULADAS Y TRANSFORMADORES
CP-U2-08-ECB01	BANCO DE RESISTENCIAS DE PUESTA A TIERRA DE U2
CP-U2-08-ECU01	CUBICULO DE TRANSFORMADORES PUESTA A TIERRA DE U2
CP-U2-08-ECU02	CUBICULO DE TRANSFORMADORES Y BARRAS ENCAPSULADAS DE U2
CP-U2-08-ETR01	TRANSFORMADOR DE PUESTA A TIERRA DE U2
CP-U2-09	TRANSFORMACION
CP-U2-09-EAI01	BUSHINGS DE ALTA TENSION DE TRANSFORMADOR DE 40MVA DE U2
CP-U2-09-EAI02	BUSHINGS DE BAJA TENSION DE TRANSFORMADOR DE 40MVA DE U2
CP-U2-09-EAL01	ALIMENTACION CABLE DE 138 KV DE U2
CP-U2-09-EME01	MOTOR DE BOMBA # 1 DE ACEITE DE TRANSFORMADOR DE U2
CP-U2-09-EME02	MOTOR DE BOMBA # 2 DE ACEITE DE TRANSFORMADOR DE U2
CP-U2-09-ERL01	RELE BUCHOLZ DE TRANSFORMADOR DE U2 63T/A 63T/D
CP-U2-09-ETA01	ARRANCADOR DE MOTOR DE BOMBA # 1 DE ACEITE DE TRANSFORMADOR DE U2
CP-U2-09-ETA02	ARRANCADOR DE MOTOR DE BOMBA # 2 DE ACEITE DE TRANSFORMADOR DE U2
CP-U2-09-ETA03	TABLERO ELECTRICO DE TRANSFORMADOR DE U2
CP-U2-09-ETR01	TRANSFORMADOR DE 40 MVA DE U2
CP-U2-09-ISE01	DETECTOR BAJO NIVEL ACEITE DE TRANSFORMADOR DE U2 OLG-1, OLG-2
CP-U2-09-ISE02	TELETERMOMETRO TEMP. DEVANADO DE TRANSF. DE U2 WT1/70, WT1/49TL/105, WT1/49TH/120
CP-U2-09-ISE03	TELETERMOMETRO TEMP. ACEITE DE TRANSF. DE U2 OT1/38TA/73, OT1/38TB/95
CP-U2-09-ISE04	DETECTOR FLUJO ACEITE DE TRANSF. DE U2 63FQ1/OF1
CP-U2-09-ISE05	DETECTOR FLUJO ACEITE DE TRANSF. DE U2 63FQ2/OF2
CP-U2-09-ISE06	MANOSTATO ALTA PRESION DE NITROGENO DE TRANSF. DE U2 HPG/250 psi
CP-U2-09-ISE07	MANOSTATO BAJA PRESION DE NITROGENO DE TRANSF. DE U2 PVG/LO 0.25psi, PVG/HI 8.5psi
CP-U2-09-ISE08	MANOSTATO PRESION DE ACEITE CABLE DE 138KV FASE A DE U2 63C-A/ MIN, MAX
CP-U2-09-ISE09	MANOSTATO PRESION DE ACEITE CABLE DE 138KV FASE B DE U2 63C-B/ MIN, MAX
CP-U2-09-ISE10	MANOSTATO PRESION DE ACEITE CABLE DE 138KV FASE C DE U2 63C-C/ MIN, MAX
CP-U2-10	ENGRASE CENTRALIZADO
CP-U2-10-EEV01	ELECTROVALVULA DE CIRCUITO 1 DE GRASA DE U2 W1/VALV.
CP-U2-10-EEV02	ELECTROVALVULA DE CIRCUITO 2 DE GRASA DE U2 W2/VALV.
CP-U2-10-EEV03	ELECTROVALVULA CIRCUITO DE AIRE SIST. ENGRASE DE U2 SAV / VALV. SOLENOIDE AIRE
CP-U2-10-IIN01	MANOMETRO PRESION AIRE SISTEMA ENGRASE DE U2
CP-U2-10-IIN02	MANOMETRO PRESION GRASA SISTEMA ENGRASE DE U2
CP-U2-10-ISE01	MICROSWITCH DE POSICION DE VALVULA ESFERICA DE U2 NO CERRADA 20VA
CP-U2-10-ISE02	MICROSWITCH OPERACION DE FIN DE CICLO CIRCUITO 1 DE U2 MS1

Tabla 1. Listado de equipos eléctricos e instrumentación.

## **CAPITULO 3.**

### **DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA.**

#### **3.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA EMPRESA.**

Como he mencionado antes, en la actualidad el mantenimiento y operación de la Central Pucará está a cargo de OSENERSA S.A., y específicamente en las áreas de mantenimiento cuenta con 17 ejecutores de mantenimiento: dos en el área de mantenimiento eléctrico, cuatro en mantenimiento mecánico y once en mantenimiento civil.

Desde la época del INECEL ya se ejecuta un mantenimiento preventivo en la Central.

Se cuenta con un programa en FoxPro para la elaboración de órdenes de trabajo, pero las actividades a realizar son buscadas manualmente en cronogramas de años anteriores; los cronogramas de trabajo se los realiza en MICROSOFT EXCEL; y, la planificación de trabajos grandes como fue el mantenimiento anual del presente año se las realiza en MICROSOFT PROJECT.

Existe cierta información en las hojas de vida de los equipos, las cuales no han sido actualizadas adecuadamente. Muchas veces no se registran todos los trabajos realizados, ni pedidos de materiales, impidiendo un correcto control de los mismos.

La Central posee un archivo técnico, pero hay varios catálogos y manuales que no están codificados, algunos equipos incluso no tienen manuales de mantenimiento o no tienen hoja de vida.

En conclusión se puede hablar de que la ejecución del mantenimiento ha sido eficaz, pero no así la administración del mantenimiento.

Para tener una mejor idea de cómo es la estructura administrativa de la Central a continuación se muestra su organigrama.

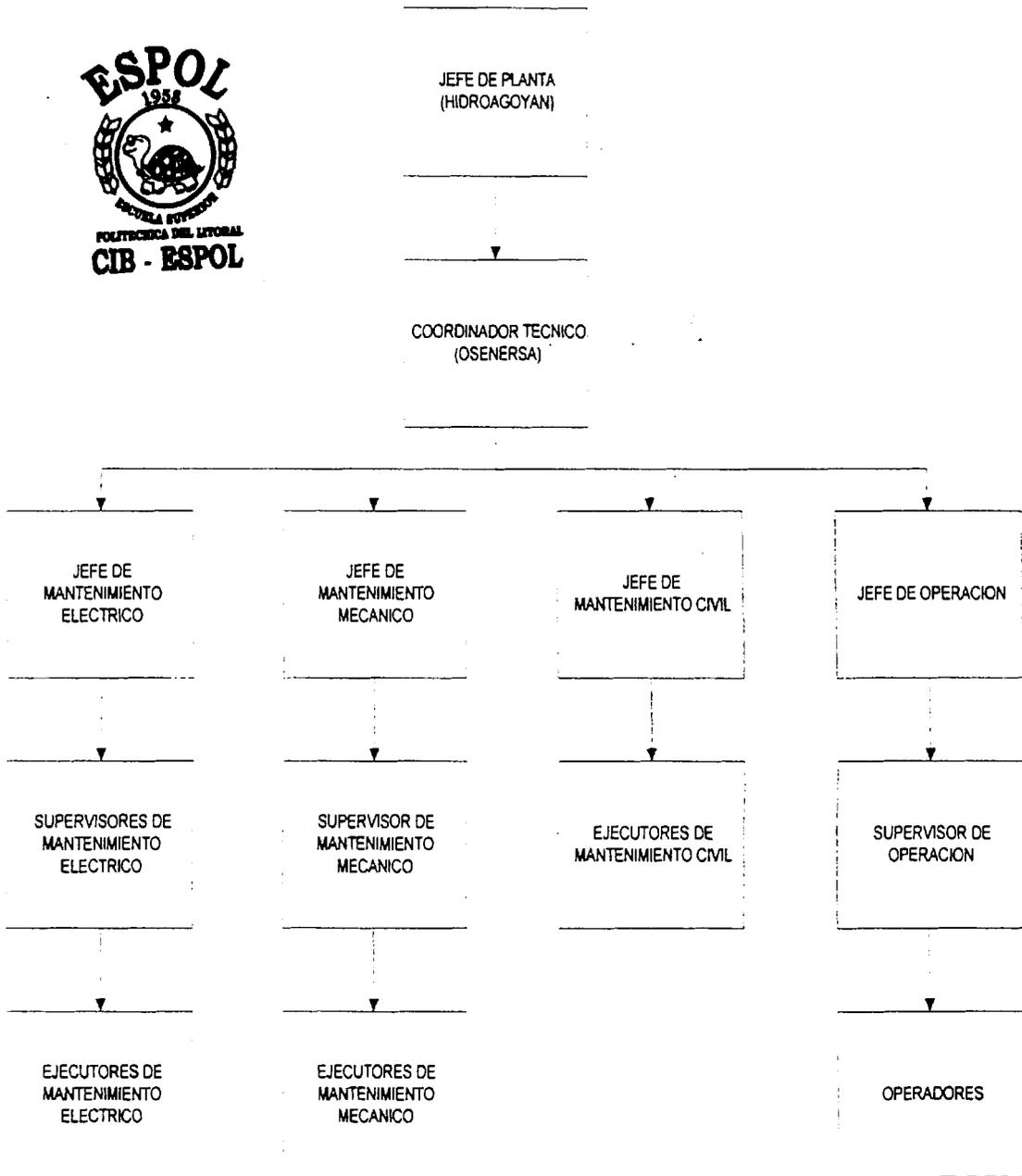


Figura 2. Organigrama de la Central

### **3.2. ADMINISTRACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.**

Desde hace algunos años, ya existe un cronograma anual de actividades de mantenimiento preventivo en la Central, el mismo que se divide en cronogramas semanales, que no son mas que listados de las actividades a realizarse en cada una de las cincuenta y dos semanas del año, tanto para el área de mantenimiento eléctrico, como para las de mantenimiento mecánico y civil.

De estos listados es que los supervisores se encargan de extraer las actividades que se programarán para ser ejecutadas durante una semana cualquiera, y emiten las órdenes de trabajo respectivas.

Muchas de estas actividades listadas ya no se realizan por alguna razón específica; si existe un exceso de actividades para una semana determinada, se re programan las actividades que son susceptibles de aquello, es decir las menos prioritarias; o, si no es posible ejecutar alguna orden de trabajo, por ejemplo porque las unidades están generando, también se re programan las actividades que no pudieron ser realizadas, basados de nuevo en su prioridad.

Pero no todo trabajo puede ser programado con antelación, existen obviamente trabajos correctivos que se suscitan inesperadamente, o actividades que de pronto sí se pueden ejecutar, teniendo que emitir órdenes de trabajo conforme se vayan presentando las mismas.

Todas estas actividades no programadas, luego son especificadas en los cronogramas semanales de órdenes de trabajo ejecutadas.

Como ya se ha mencionado, para ejecutar las actividades de mantenimiento se emiten órdenes de trabajo por parte del jefe o el supervisor de mantenimiento de cada área, las mismas que se son entregadas a los operarios para su ejecución.

Los operarios se encargan de revisar que existan todos los materiales, herramientas y equipos necesarios para ejecutar la orden, o si tienen que hacer algún requerimiento a la bodega, para luego proceder a ejecutar la orden de trabajo.

Previo a iniciar cualquier trabajo, el operario entregará la orden de trabajo a Operación, consignando algún equipo en caso de ser necesario, y al final del trabajo deberá retirarla con los datos requeridos a Operación.

Una vez concluidas todas las actividades indicadas en la orden, el ejecutor se encarga de llenar la orden de trabajo, con todos los datos solicitados a él, debiendo indicar cualquier observación adicional que se pueda haber presentado durante la realización de alguna actividad.

### **3.3. ADMINISTRACIÓN DE LAS BODEGAS.**

En la central Pucará existen 9 bodegas, las mismas que están bajo la responsabilidad del Jefe de Bodega y un ayudante. Ambos pertenecen al

personal de HIDROAGOYAN S.A. y en la central su superior inmediato es el Jefe de Planta.

El personal de bodega también tiene a su cargo un lote de libros a los que puede tener acceso cualquier trabajador de la Central, similar a una pequeña biblioteca.

Además son responsables de la estación de gasolina existente al interior de la central, así como del despacho tanto de diesel como de gasolina según les sea solicitado por el personal a cargo de los vehículos de HIDROAGOYAN S.A. o de OSENERSA S.A.

Los responsables de las bodegas son los encargados de entregar materiales, equipos, herramientas o accesorios personales de trabajo

Para la administración de las bodegas se cuenta con un programa

En caso de que en bodega no exista algún material, equipo, herramienta o accesorio personal de trabajo

En la actualidad no existe ningún vínculo de información entre bodega y las áreas de mantenimiento salvo el contacto diario del personal de mantenimiento con el personal de bodega.

### **3.4. EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO.**

La organización del mantenimiento en la Central es buena, cada área tiene muy claro lo que tiene que hacer y existe coordinación entre ellas cuando tienen que realizar actividades en un mismo sistema o equipo evitándose

molestias y pérdidas de tiempo innecesarias; además, casi todo el mantenimiento es preventivo, existe un banco de tareas de mantenimiento ya establecido para el año y programar las actividades para una semana de labores no resulta complicado.

Lo que no existe es un buen manejo de la documentación técnica de los diferentes bienes de la Central. Tampoco existe un respaldo de los trabajos realizados y de las órdenes de trabajo cerradas, excepto una copia que se archiva en la Secretaría.

Otra actividad que se busca desarrollar de mejor manera es la solicitud de materiales, equipos o herramientas a bodega. La bodega es manejada por HIDROAGOYAN S.A., así que lo que se necesita es un vínculo entre el programa de mantenimiento con el programa de inventario que poseen en bodega.

Todo esto y más es lo que se pretende mejorar con la implementación del programa de mantenimiento en computadora.

### **3.5. PROPUESTA PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL.**

Se recomienda el cambio del formato actual de las órdenes de trabajo porque existen muchos campos que nunca son llenados, pudiendo también tener mas espacio disponible en la orden para llenar otros datos que si se necesitan.

Tanto los jefes de área, supervisores, así como los ejecutores deberían ser entrenados para manejar el programa en computadora.

Los dos primeros para que estén en capacidad de editar cualquier orden de trabajo o información ligada al inventario cuando sea requerido, y los ejecutores para que tengan acceso a información e impresión acerca de cualquier actividad de mantenimiento realizado o por realizarse, reservándose a los jefes de mantenimiento la potestad de conceder permiso a supervisores y ejecutores según crean conveniente para realizar ciertas tareas dentro del programa.

# **CAPITULO 4.**

## **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADOR.**

### **4.1. INTRODUCCIÓN.**

Como ya he mencionado, las empresas actualmente buscan alcanzar el Mantenimiento Productivo Total, pero también se desea respetar al medio ambiente y trabajar con seguridad industrial.

Cuando la globalización obliga a que las empresas cumplan con los requisitos de normas internacionales como las ISO 9000 o las ISO 14000, que controlan la calidad y el impacto ambiental de sus procesos de producción y la entrega de productos terminados; o tener una gestión HSE (Health, Safety and Environment) con modelos OSHA/API 750, es cada vez más necesario producir con calidad y competitividad.

Esto ha llevado a sistematizar todos los procesos de producción que requieren de máquinas y equipos en buen estado para la obtención de productos de calidad garantizada; optimizar los recursos humanos, materiales, y de tiempo, lográndolo a través de programas computarizados que permiten programar actividades de acuerdo a los manuales de los equipos y normas estandarizadas, es decir que son paramétricos.

## **4.2. ALCANCE.**

Los programas de mantenimiento asistido por computador, conocidos como CMMS por sus siglas en inglés, Computer Maintenance Management System, sirven para controlar, planificar y evaluar (técnico – financiero), la gestión de mantenimiento.

Como ya he mencionado, las actividades de mantenimiento se realizan de buena forma, pero no existe un control efectivo de materiales, herramientas, personal asignado a una orden de trabajo, por tanto no se puede hacer una evaluación real de costos, de tiempos, entre otras cosas.

Todos esos parámetros son los que se pretende controlar y manejar mediante el uso del programa computacional.

## **4.3. OBJETIVOS.**

Por todo lo expuesto el programa de mantenimiento, debe permitir a la empresa, entre otras cosas lo siguiente:

- Administrar los procesos de mantenimiento, facilitando a los supervisores su control y posterior evaluación.
- Vincular materiales, repuestos y herramientas existentes en bodega con los diferentes equipos y poder asignarlos a las tareas de mantenimiento de los mismos.

- Mejorar la coordinación entre las áreas de mantenimiento (OSENERSA), y, bodega y adquisiciones (HIDROAGOYAN).
- Programar el mantenimiento de cualquier instalación, sistema o equipo, en un período de tiempo.
- Asignar a los diferentes equipos información técnica computarizada como planos en Autocad o fotografías digitales.
- Ligar a los equipos la documentación técnica que la empresa posea en su archivo técnico, como: manuales, folletos o planos no digitalizados.
- Generar y programar órdenes y solicitudes de trabajo.
- Generar distintos listados con información de la Central, como: inventarios, tareas asignadas a equipos, órdenes de trabajo programadas, entre otros.
- Elaborar planes de mantenimiento a corto o largo plazo.

#### **4.4. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.**

A mas de cumplir con los objetivos arriba mencionados, se debe cuidar de que el programa cumpla con otros requisitos, tales como:

- Integración con las aplicaciones existentes.
- Asistencia local.
- Capacitación.
- Consultoría.
- Costo.

- Para cuántos usuarios.
- Se debe asegurar que se trate de la última versión.
- Que sea la versión completa.

Todo esto en previsión de adquirir un programa de excelente calidad, que no pueda ser implementados por una u otra razón, pero principalmente porque a las empresas les toca adaptarse al programa, en vez de que el programa se adapte a las necesidades de la empresa, como debería ser.

#### **4.5. ANÁLISIS DE REQUISITOS.**

El sistema SISMAC usa como base de datos Access o cualquier otro tipo de base de datos que permita utilizar conectividad ODBC como son: SQL Server, Oracle, Informix, DB2, SQL Base, etc., y como lenguaje de programación Visual Basic.

Necesita como mínimo una computadora Pentium I (o su equivalente), con 16 MB en RAM y Windows 95.

Además se decidió adquirir la licencia para instalarlo en tres terminales: dos en las oficinas y uno en casa de máquinas, conectados a través de una Intranet.

Definir el número de usuarios con acceso al programa queda en manos de la empresa.

#### **4.6. IMPLEMENTACIÓN DEL SISMAC EN LA CENTRAL PUCARÁ.**

Analizados los objetivos que requería cumplir un programa, y una vez estudiada la factibilidad y los requisitos se decidió escoger al Sistema de Mantenimiento Asistido por Computador –SISMAC- como el programa ideal para manejar el mantenimiento de la Central Pucará y OSENERSA S.A. decidió adquirirlo.

El programa para la administración de mantenimiento consta de ocho módulos, cada uno de ellos con sus respectivos submódulos:

- Inventario Técnico: Ingreso, Parámetros, y Consulta.
- Fichas Técnicas: Ingreso, Parámetros, y Consulta.
- Lista Básica de Recambios: Ingreso, y Consulta.
- Mantenimiento: Ingreso, Parámetros, y Consulta.
- Inventario de Materiales/Repuestos: Consulta
- Adquisiciones.
- Activos Fijos: Consulta.
- Personal: Ingreso.

Los submódulos son:

- Ingreso.
- Parámetros.
- Consulta.

Además posee cuatro utilitarios:

- Listado principal de inventario técnico.
- Referencias gráficas.

- Documentación técnica
- Reportes.

Lo primero que se debió hacer para trabajar con el SISMAC fue inventariar todos los equipos o bienes que la Central posee y fijar un código único para cada uno de ellos. Todo ello en el módulo de Inventario Técnico.

Luego determinamos las tareas de mantenimiento, procurando incluir en todas ellas: materiales, mano de obra, herramientas y datos de programación (frecuencia, personal, tiempo de ejecución), y procedimientos; en el módulo de Mantenimiento.

Luego se determinarán los datos de los equipos para elaborar sus fichas técnicas; en el módulo de fichas técnicas.

Además se tendrá que elaborar u obtener información digitalizada de los diferentes equipos: planos en Autocad, fotografías, e incluso videos de procedimiento si existieran; en el utilitario de Referencias Gráficas.

#### **4.6.1. INVENTARIO TÉCNICO.**

El primer paso en la implementación es realizar un inventario de los bienes a mantener, pues debemos conocer la ubicación de cada bien. Es alrededor del inventario que gira toda la información.

##### ***Niveles jerárquicos.***

Para la implementación del SISMAC, a la Central Hidroeléctrica Pucará se la ha organizado en seis niveles jerárquicos de inventario:

Localización

Instalaciones

Sistemas

Equipos

Componentes

Elementos

Dentro de lo que es el inventario técnico, es obligatorio ingresar los cuatro primeros campos, mientras que los componentes y los elementos son opcionales.

#### *Tipos de Localizaciones. (Nivel 1).*

Aquí el usuario define los códigos de los tipos de localizaciones, y recordando que SISMAC es un programa multi-empresa, es importante poder obtener reportes totales, o agrupados por actividad o individuales, por lo que se deben crear estos códigos de localización.

En nuestro caso particular se determinó que la única localización con su descripción y código es:

## CENTRAL PUCARÁ

## CP

*Instalaciones. (Nivel 2).*

Por instalación o área de proceso se entiende una línea de producción o un conjunto de sistemas que cumplen una función.

A la Central se la dividió en un total de diez instalaciones, con su respectivo código:

ALMACENAMIENTO DE AGUA	CP-AA
CONDUCCION Y DESCARGA	CP-CD
UNIDAD GENERACION 1	CP-U1
UNIDAD GENERACION 2	CP-U2
AUXILIARES COMUNES	CP-AC
AUXILIARES GENERALES	CP-AG
SERVICIOS GENERALES	CP-SG
OBRAS CIVILES	CP-OC
TALLERES	CP-TA
MAQUINARIA Y VEHICULOS	CP-MV

*Familias de Sistemas. (Nivel 3).*

A cada una de las instalaciones se las subdividió en sistemas, entendiendo por sistema a un conjunto de equipos: mecánicos, eléctricos, civiles, cumpliendo una función.

Por ejemplo, a la instalación UNIDAD GENERACION 1 se la separó en diez sistemas, los que con su respectivo código son:

CONTROL Y PROTECCION	CP-U1-01
TURBINADO	CP-U1-02
VALVULA ESFERICA	CP-U1-03
REGULACION DE VELOCIDAD	CP-U1-04
GENERACION	CP-U1-05
EXCITACIÓN	CP-U1-06
ENFRIAMIENTO DE AGUA	CP-U1-07
BARRAS ENCAPSULADAS Y TRANSFORMADORES	CP-U1-08
TRANSFORMACION	CP-U1-09
ENGRASE CENTRALIZADO	CP-U1-10

#### *Equipos.*

Como ya lo he mencionado, los sistemas están formados por equipos, y el código de cada uno de ellos se forma de la siguiente manera:

Familia:

C	Equipos Civiles
D	Equipos de Oficina
E	Equipos Eléctricos
I	Instrumentación
K	Control de Calidad
M	Equipos Mecánicos
S	Seguridad Industrial

Tipo: Como por ejemplo algunos equipos eléctricos:

ME	Motor Eléctrico
AI	Aislador
TR	Transformador

Cabe indicar que los tipos de equipos pueden a su vez subdividirse en clases de equipos y éstas en sub-clases de equipos.

Número: Que el sistema le asigna a un equipo de manera automática y que puede ser desde el 01 hasta el 99, porque es suficiente para nuestras necesidades.

*Componentes y Elementos.*

Cada uno de los equipos puede estar conformado por componentes y elementos, los dos últimos niveles de nuestro inventario técnico, los cuales como ya he mencionado no son obligatorios de ingresar al sistema.

De esta manera con su respectivo código creamos el nuevo inventario técnico de la Central Pucará. Pero a los bienes de la Central, se puede ligar información como: manuales, planos, fichas, tareas de mantenimiento, repuestos, fotografías, entre otras.

#### **4.6.2. BANCO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO.**

Antes de poder asignar una tarea de mantenimiento a un determinado equipo debimos crear el banco de tareas de mantenimiento, es decir, para cada tipo/clases/subclase de equipo crear todas las tareas que en algún momento dado se puedan llegar a ejecutar en dicho equipo. En el anexo X adjunto un listado de los tipos y clases de equipos en los que el área de mantenimiento eléctrico ejecuta alguna actividad.

Por ejemplo en el banco de tareas del equipo motor eléctrico –EME-, tenemos actividades como:

Limpieza exterior (carcaza)

Control de vibraciones, giro y anclaje

Limpieza general interior (devanados)

Medir resistencia de aislamiento y puesta a tierra

Pintura

Comprobar ventilación, calentamiento y ruidos anormales

Cambio de rodamientos (lado de carga,lado libre)

Medición de corrientes de arranque y régimen

Revisión de nivel de aceite, c/r añadir

Desmontaje del motor

Cambio de motor

Entonces, cuando necesitemos realizar cualquiera de estas actividades, como ya están creadas en el banco, lo único que hacemos es asignarla a un determinado equipo del inventario, e incluso podemos editar sus parámetros: frecuencia, tiempo de ejecución, departamento ejecutante, etc.

#### **4.6.3. DOCUMENTOS DE MANTENIMIENTO.**

Existen algunos documentos de mantenimiento, pero los más importantes son las solicitudes de trabajo y las órdenes de trabajo.

Para poder ejecutar cualquier tarea de mantenimiento en los equipos de la Central se debe emitir una orden de trabajo, y aunque el primer paso debería ser la emisión de la solicitud de trabajo, en la actualidad no se hace uso de dicho documento.

Cuando se emiten órdenes de trabajo, empezamos a utilizar el banco de tareas de mantenimiento, porque nosotros al emitir una orden, escogemos él

o los equipos en donde se va a trabajar y la o las tareas de mantenimiento que se van a ejecutar en los mismos.

#### **4.6.4. FICHAS TÉCNICAS.**

Cuando una empresa adquiere un nuevo equipo, luego de codificarlo lo primero que debe hacer es registrar las características técnicas más relevantes que constan en la placa, manuales, o en cualquier información adicional, provista por el fabricante o por el vendedor.

SISMAC posee un módulo exclusivo para fichas técnicas, disponibles solamente para los niveles de sistemas, equipos, componentes, y elementos.

#### **4.6.5. MANEJO DEL PERSONAL Y NÓMINAS.**

El SISMAC nos permitirá entre otras cosas tener:

- Maestro del personal.
- Calendarios laborales (horarios, fechas de vacaciones, etc.).
- Control y registro de entradas y salidas (atrasos, faltas, permisos, etc.).
- Plan de capacitación continuo.
- Registro de las especialidades del personal de mantenimiento.
- Políticas óptimas en la contratación de personal.
- Políticas óptimas para la motivación y reconocimiento al personal.
- Control, registro y valoración de horas extras.

#### 4.6.6. EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO.

Los datos para la evaluación de la gestión de mantenimiento se obtienen de:

- Las órdenes de trabajo
- El registro de fallas y paradas
- El registro de personal

Evaluar el mantenimiento nos sirve principalmente para saber nuestras fortalezas y debilidades en las diferentes áreas de mantenimiento, y para la toma oportuna de decisiones.

#### 4.6.7. ÍNDICES DE MANTENIMIENTO

Existen varios índices de mantenimiento, que una vez cerradas las órdenes de trabajo de una manera correcta, es decir con tiempos, personal y materiales, el SISMAC está en capacidad de entregarnos. Entre otros son:

- \* Disponibilidad de las instalaciones

$$d = (hcal - htmn)/hcal$$

hcal = horas calendario

htmn = tiempo total por mantenimiento tanto preventivo como correctivo

- Disponibilidad intrínseca

$$di = htr - htmn / (htr + htmn)$$

htr = horas trabajadas

- Confiabilidad.
- \* Mantenibilidad.
- \* Número de OT programadas vs. OT correctivas.
- \* hr/hombre programadas vs. hr/hombre emergentes.
- \* Análisis de costos.
- \* Principales motivos de parada y falla.
- \* Identificación de los equipos que más fallan.

# **CAPITULO 5.**

## **ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO ELECTRICO.**

### **5.1. INTRODUCCIÓN.**

Entendiendo por procedimiento al método, modo de ejecutar con orden algunas cosas, podemos tener una idea de lo conveniente que resulta tener a la mano los procedimientos para ejecutar ciertas actividades, en nuestro caso las tareas de mantenimiento eléctrico.

Obviamente que facilitan la ejecución de dichas tareas y a la vez se estandariza el procedimiento sea quien sea el ejecutor de la misma. Podrán haber ocasiones en que exista personal nuevo, y el hecho de que existan procedimientos es una ventaja.

### **5.2. PROCEDIMIENTOS.**

Aquí definiré al mantenimiento como asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo que los usuarios quieren que hagan. Pero los requerimientos de los usuarios van a depender de cómo y cuándo se utilice el activo, es decir de su contexto operacional.

Hoy en día existe un proceso utilizado para determinar los requerimientos de mantenimiento de cualquier activo físico en su contexto operacional, y ese es el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad MCC o RCM (Reliability Centered Maintenance) por sus siglas en inglés.

El proceso de MCC formula siete preguntas acerca del activo o sistema que se intenta analizar:

- ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
- ¿De qué manera falla en satisfacer sus funciones?
- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
- ¿De qué manera importa cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada falla?

Entonces, los pasos para la implementación del MCC son:

1. Selección del sistema y definición de su contexto operacional.
2. Definición de sus funciones.
3. Determinar sus fallas funcionales.
4. Identificar sus modos de fallas
5. Efectos y consecuencias de las fallas
6. Aplicación de la hoja de decisión.

Pero una aplicación exitosa depende de un meticuloso planeamiento y preparación.

Por medio del presente trabajo de tesis quisiera recomendar la aplicación del proceso de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, buscando obtener tres resultados tangibles:

- Planes de mantenimiento a ser realizados por el departamento de mantenimiento.
- Procedimientos de operación revisados, para los operadores.
- Una lista de cambios que deben hacerse al diseño del activo físico, o a la manera en que es operado para lidiar con situaciones en las que no puede proporcionar el funcionamiento deseado en su configuración actual.

Dos resultados menos tangibles serían que los participantes del proceso aprenden mucho acerca de cómo funciona el activo físico, y que ellos tienden a funcionar mejor como miembros de un equipo.

En este punto diré que el objetivo fundamental del mantenimiento consiste en maximizar la disponibilidad y el funcionamiento de los equipos que conforman un contexto operacional (planta), a los costos mas bajos posibles. Entonces, la forma en que se puede verificar si la gestión de mantenimiento está cumpliendo con dicho objetivo es evaluando los resultados obtenidos de los tres indicadores básicos del mantenimiento:

- Confiabilidad (  $R(t)$  )
- Disponibilidad (  $A$  )
- Mantenibilidad (  $MTTR/MDT$  )



Mantenibilidad (MTTR – tiempo medio para reparar)

$$MTTR = \text{Sum TTR} / \# \text{ de fallas}$$

*Disponibilidad.* “La probabilidad de que un equipo se encuentre en condiciones de cumplir su misión en un instante cualquiera”.

La disponibilidad relaciona básicamente los tiempos promedios de reparación de las fallas y los tiempos promedios operativos.

Disponibilidad operacional ( $A_o$ )

$$A_o = \frac{MUT}{MUT + MDT} \times 100\%$$

*Confiabilidad.* “La probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica (no falle) bajo condiciones de operación determinadas en un período de tiempo específico”.

Es el complemento de la probabilidad de falla.

La confiabilidad se relaciona básicamente con la tasa de fallas (cantidad de fallas) y con el tiempo medio de operación MUT. Mientras el número de fallas de un equipo vaya en aumento o mientras el MUT de un equipo disminuya, la confiabilidad del mismo será menor.

Confiabilidad (  $R(t)$  )

Distribución exponencial:  $R(t) = \exp [-(\lambda)t]$

Donde:  $\lambda$  = tasa de fallas = # de fallas / tiempo de evaluación

$t$  = intervalo de tiempo en el que se desea conocer  $R(t)$

Como se puede observar, para llegar a obtener los índices de mantenimiento antes mencionados, es necesaria la recolección de todos los valores descritos, de los equipos en los que se está trabajando.

En el caso de la Central Pucará, salvo el caso de fallas operacionales, es decir, que afecten a la producción de la energía, las demás fallas no son anotadas en algún registro específico, y no se puede obtener la información suficiente para desarrollar correctamente la implementación del MCC.

Los procedimientos han sido elaborados básicamente en función del listado de tareas de mantenimiento con el que se desenvuelve el área de mantenimiento eléctrico, que no es otra cosa que una lista de actividades que se vienen realizando con una determinada frecuencia desde la época del INECEL y que ha sido extraído del anterior programa de mantenimiento de la Central.

La determinación de la frecuencia de ejecución de una tarea en los inicios de la Central se determinaba según las recomendaciones de los fabricantes de los distintos equipos y con el tiempo iban siendo revisadas e incluso cambiadas de acuerdo a la experiencia que iba adquiriendo el personal en el manejo de dichos equipos. Es decir la administración del mantenimiento en la Central ha sido manejada de una manera bastante empírica. De allí la recomendación de tecnificar las fallas, mejorar la administración del mantenimiento, por medio de la implementación del MCC en la Central.

Los procedimientos para realizar las actividades de mantenimiento eléctrico han sido realizados primero en Microsoft Excel, para luego ser ingresados en el programa SISMAC. Algunos de dichos procedimientos se encuentran en el anexo A, pero como ejemplo voy a colocar el siguiente procedimiento:

## TARJETA DE PROCEDIMIENTOS

**ACTIVIDAD: MEDIR Y REGISTRAR RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE LA ALIMENTACION A 13.8 KV**

**PERIODICIDAD:** Anual

EQUIPO EN SERVICIO   
EQUIPO FUERA DE SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION Y REFERENCIA	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	DOCUMENTOS
<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>			
1.	Presentar orden de trabajo a Operación y consignar el equipo.		
2.	Unidad fuera de servicio (mantenimiento mayor).		
<b>PROCEDIMIENTO</b>			
1.	Retirar tapas de gabinete entre generador y barras encapsuladas con llave 3/8".	Pértiga	Plano E-101-41-122
2.	Descargar a tierra las barras con una pértiga.	Cable de conexión a tierra	
3.	Retirar o desacoplar los puentes de las barras encapsuladas y generador con llave 3/4".	Llaves mixtas 3/4", 3/8", 15/16"	
4.	Sacar los gabinetes de los transformadores de potencial y corriente.	Megger de 1000 V	
5.	Desconectar los seccionadores del transformador de servicios auxiliares de la unidad con una pértiga.		
6.	Desconectar los puentes del lado de baja tensión del transformador de 40 MVA con llave 15/16".		
7.	Medir resistencia de aislamiento de cada fase con respecto a tierra con el megger de 1000 V por el tiempo de un minuto.		
8.	Comparar los datos obtenidos con datos de pruebas anteriores.		
9.	Desconectar el megger y sus conexiones.		
10.	Reponer los puentes del lado de baja tensión del transformador de 40 MVA con llave 15/16".		
11.	Reconectar los gabinetes de los transformadores de potencial y corriente.		
12.	Reconectar los seccionadores del transformador de servicios auxiliares de la unidad.		
13.	Reponer los puentes de las barras encapsuladas y generador con llave 3/4".		
14.	Reponer las tapas del gabinete entre generador y barras encapsuladas con llave 3/8".		
15.	Recoger las herramientas y limpiar el sitio de trabajo.		
16.	Entregar el equipo a Operación previa inspección.		



## **CAPITULO 6.**

### **PROGRAMA BASICO DE MANTENIMIENTO EN MICROSOFT PROJECT.**

#### **6.1. INTRODUCCIÓN.**

El hecho de que exista un banco de tareas de mantenimiento, las mismas que se realizan con una determinada frecuencia, nos permite elaborar una programación de las actividades de mantenimiento que se van a efectuar en un determinado período de tiempo.

He escogido a la Unidad de Generación 1, sus diez sistemas, y todos sus equipos eléctricos y de instrumentación, para realizar una programación tentativa de las actividades a realizarse el próximo año (2004).

Por ser idénticas las Unidades de Generación 1 y 2, la misma programación se podrá utilizar para la segunda, con la variación de ciertas fechas de ejecución.

#### **6.2. PROGRAMA BASICO EN MICROSOFT PROJECT.**

Primero he elaborado un listado de las tareas de mantenimiento eléctrico a ejecutar en la Instalación Unidad de Generación 1, para los equipos eléctricos y de instrumentación de cada uno de sus diez sistemas.

### UNIDAD DE GENERACION 1 - LISTADO DE TAREAS

SISTEMA 01 - CONTROL Y PROTECCION	
EQUIPO	TAREAS
TABLERO DUPLEX TURBINA DE U1	Inspección de focos de señalización, c/r cambio
	Inspección, limpieza y ajuste de conexiones del tablero
	Inspección de cuadro de alarmas
	Limpieza y ajuste de conexiones de cuadro de alarmas
	Inspección y limpieza de tarjetas electrónicas de cuadro de alarmas
	Prueba de funcionamiento, chequeo de contactos, apriete de conexiones de pulsadores
	Prueba de funcionamiento de control switches
	Chequeo de contactos, ajuste de conexiones de control switches
TABLERO DUPLEX GENERADOR DE U1	Inspección de focos de señalización, c/r cambio
	Inspección, limpieza y ajuste de conexiones del tablero
	Inspección de cuadro de alarmas
	Limpieza y ajuste de conexiones de cuadro de alarmas
	Inspección y limpieza de tarjetas electrónicas de cuadro de alarmas
	Prueba de funcionamiento, chequeo de contactos, apriete de conexiones de pulsadores
	Prueba de funcionamiento de control switches
	Chequeo de contactos, ajuste de conexiones de control switches
TABLERO DUPLEX TRANSFORMADOR DE U1	Inspección de focos de señalización, c/r cambio
	Inspección, limpieza y ajuste de conexiones del tablero
	Inspección de cuadro de alarmas
	Limpieza y ajuste de conexiones de cuadro de alarmas
	Inspección y limpieza de tarjetas electrónicas de cuadro de alarmas
	Prueba de funcionamiento, chequeo de contactos, apriete de conexiones de pulsadores
	Prueba de funcionamiento de control switches
	Chequeo de contactos, ajuste de conexiones de control switches
TABLERO HIDRAULICO DE U1	Inspección, limpieza y ajuste de conexiones del tablero
TABLERO DE CONTROL LOCAL TURBINA U1	Inspección, limpieza y ajuste de conexiones del tablero
	Ajuste de tornillos de sujeción, cambio de focos de señalización
	Limpieza externa e inspección conexiones cuadro de señalización
TABLERO DE SINCRONIZACION U1, U2	Inspección, limpieza y ajuste de conexiones del tablero
SISTEMA 02 - TURBINADO	
EQUIPO	TAREAS
ELECTROVALVULA DE CONTRACHORRO	Medición de resistencia de aislamiento
	Limpieza y pruebas de operación
TERMOSTATO ALARMA METAL COJINETE GUIA 38B1	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
TERMOSTATO ALARMA ACEITE COJINETE GUIA 38Q1	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
TELETERMOMETRO ALARMA DISPARO METAL COJINETE GUIA DE U1 38	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
MANOSTATO BAJO NIVEL ACEITE COJINETE GUIA DE U1 33Q1B/ML, 76	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración

DETECTOR BAJO NIVEL ACEITE (MAGNETROL) BLOQUEO ALARMA DE U1	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
TELETERMOMETRO AGUA SALIDA REFRIGERACION COJINETE GUIA DE U1	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
<b>SISTEMA 03 - VALVULA ESFERICA</b>	
<b>EQUIPO</b>	<b>TAREAS</b>
ELECTROVALVULA ESFERICA DE U1	Medición de resistencia de aislamiento Limpieza y pruebas de operación
ELECTROVALVULA DE BY-PASS DE VALV. ESFERICA DE U1	Medición de resistencia de aislamiento Limpieza y pruebas de operación
MANOMETRO DE INDICACION PRESION SELLO AGUAS ARRIBA DE U1	Prueba de funcionamiento y contrastación
MANOMETRO DE INDICACION PRESION SELLO AGUAS ABAJO DE U1	Prueba de funcionamiento y contrastación
MANOMETRO DE INDICACION PRESION AGUAS ARRIBA DE U1	Prueba de funcionamiento y contrastación
MANOMETRO DE INDICACION PRESION AGUAS ABAJO DE U1	Prueba de funcionamiento y contrastación
PRESOSTATO DE SELLO AGUAS ARRIBA DE U1 63VS/CR, 206	Prueba de funcionamiento y calibración
PRESOSTATO DE SELLO AGUAS ABAJO DE U1 63COL/CS, 207	Prueba de funcionamiento y calibración
MICROSWITCHS DE POSICION EN VALVULA ESFERICA DE U1	Prueba de operación y limpieza
<b>SISTEMA 04 - REGULACION DE VELOCIDAD</b>	
<b>EQUIPO</b>	<b>TAREAS</b>
ELECTROVALVULA DE INYECCION DE AIRE DE REGULACION DE U1 20A	Medición de resistencia de aislamiento Limpieza y pruebas de operación
MOTOR DE BOMBA #1 DE TANQUE COLECTOR DE U1	Medición de aislamiento entre fases y fase a tierra Medición de corrientes de arranque y regimen Comprobar ventilación, calentamiento y ruidos anormales
MOTOR DE BOMBA #2 DE TANQUE COLECTOR DE U1	Medición de aislamiento entre fases y fase a tierra Medición de corrientes de arranque y regimen Comprobar ventilación, calentamiento y ruidos anormales
REGULADOR DE VELOCIDAD RAV DE U1	Limpieza exterior del tablero Limpieza interior del tablero
ARRANCADOR DE MOTOR DE BOMBA #1 DE TANQUE COLECTOR DE U1	Limpieza y ajuste de conexiones y puesta a tierra Inspección de focos de señalización, c/r cambio
ARRANCADOR DE MOTOR DE BOMBA #2 DE TANQUE COLECTOR DE U1	Limpieza y ajuste de conexiones y puesta a tierra Inspección de focos de señalización, c/r cambio
INDICADOR DE NIVEL DE TANQUE DE PRESION DE U1	Prueba de operación y calibración de microswitchs
MICROSWITCH DE POSICION DE DEFLECTORES DE U1 33DEF/C/CA, 206	Prueba de operación y limpieza
PRESOSTATO ALARMA BAJA PRESION ACEITE TQ. DE PRESION DE U1	Prueba de funcionamiento y calibración
PRESOSTATO DISPARO BAJA PRESION ACEITE TQ. DE PRESION DE U1	Prueba de funcionamiento y calibración
DETECTOR DE NIVEL ALTO DE ACEITE TQ. COLECTOR DE U1 33GH/LO	Prueba de operación
DETECTOR DE NIVEL BAJO DE ACEITE TQ. COLECTOR DE U1 33GL/LN	Prueba de operación
TELETERMOMETRO DE ACEITE TQ. COLECTOR DE U1 33QG/LP	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
PRESOSTATO CABEZAL BOMBAS TQ. COLECTOR DE U1 63Q1/CQ	Prueba de funcionamiento y calibración
MICROSWITCHS DE POSICION DE INYECTORES DE U1	Prueba de operación y limpieza
<b>SISTEMA 05 - GENERACION</b>	

EQUIPO	TAREAS
GENERADOR DE U1	Prueba de impedancia del rotor
	Inspección del aislamiento de bobinado del estator.
	Pruebas de descargas parciales a la ranura en estator
	Medición de factor de potencia en estator del generador
	Inspección y chequeo de ajuste de cuñas bobinado estator
	Limpieza cabezas de bobina superiores e inferiores estator
	Inspección de manchas blancas en bobinado de estator
	Inspección y limpieza general del rotor
	Limpieza y revisión de estado de pista de frenado de rotor
	Medición de resistencia de aislamiento bobinado estator
	Revisión y limpieza de carbones de puesta a tierra del eje.
TERMOSTATO ALARMA METAL COJINETE GUIA SUPERIOR 38B4/MD/37	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
TELETERMOMETRO ALARMA DISPARO METAL COJ. GUIA SUPERIOR 38	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
MAGNETROL COJINETE COMBINADO GENERADOR DE U1	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
TERMOSTATO ALARMA METAL COJINETE DE EMPUJE 38B3/ME/38	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
TELETERMOMETRO ALARMA DISPARO METAL COJ. DE EMPUJE 38M3L/	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
TELETERMOMETRO ALARMA ACEITE COJ. DE EMPUJE 38Q3/LV/50	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
TELETERMOMETRO ALARMA SALIDA AGUA ENFRIAMIENTO 38W3/LZ/53	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
SONDAS DE TEMPERATURA A RESISTENCIA RTD DE U1	Medir resistencia óhmica en RTDs e interpretar con tablas
MAGNETROL COJINETE GUIA INFERIOR GENERADOR DE U1	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
TERMOSTATO ALARMA METAL COJINETE GUIA INFERIOR 38B2/36	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
TERMOSTATO ALARMA ACEITE COJINETE GUIA INFERIOR 38Q2/39	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
TELETERMOMETRO ALARMA DISPARO METAL COJ. GUIA INFERIOR 38M	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
TELETERMOMETRO ALARMA SALIDA AGUA ENFRIAMIENTO 38W2/54	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
SISTEMA DE LEVANTAMIENTO Y FRENADO DE U1	Medición de tiempo de parada y operación de frenos
	Prueba de operación y limpieza de válvula electromagnética de frenado
<b>SISTEMA 06 - EXCITACIÓN</b>	
EQUIPO	TAREAS
ALIMENTACION A 13.8 KV. DE U1	Inspección de aisladores soporte y cable 13.8 KV
	Limpieza y ajuste de conexiones
FUSIBLES ALTA TENSION TRANSFORMADOR DE EXCITACIÓN DE U1 EXCITATRIZ DE U1	Chequeo y limpieza de fusibles
	Desmontaje y montaje de la cúpula
	Limpieza de tapas laterales del estator
	Revisión de aislamiento de barras de conexión a rotor
	Limpieza, ajuste de pernos de barras de conexión a rotor
	Inspección y limpieza general del estator
	Medición de resistencia de aislamiento del rotor
	Medición de resistencia de aislamiento del estator
	Medición de resistencia óhmica de excitatriz
	Limpieza, ajuste de pernos diodos rotativos y resistencias

REGULADOR DE TENSION RAT DE U1	Prueba de impedancia del estator
	Limpieza exterior del tablero
	Limpieza interior del tablero
SECCIONADORES DE CUCHILLA DE ALIMENTACION 13.8 KV. DE U1	Limpieza y ajuste de conexiones
	Comprobar penetración de cuchillas y presión de contactos
TRANSFORMADOR DE EXCITACION DE U1	Medición de resistencia de aislamiento
	Limpieza exterior y chequeo del líquido aislante
	Revisión de conexión de puesta a tierra
MICROSWITCHS ALARMA INDIC. FUSIBLE FUNDIDO TRANSF. EXCIT. DE	Prueba de operación y limpieza
<b>SISTEMA 07 - ENFRIAMIENTO DE AGUA</b>	
<b>EQUIPO</b>	<b>TAREAS</b>
MOTOR DE BOMBA # 1 DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE U1	Medición de aislamiento entre fases y fase a tierra
	Medición de corrientes de arranque y regimen
	Comprobar ventilación, calentamiento y ruidos anormales
MOTOR DE BOMBA # 2 DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE U1	Medición de aislamiento entre fases y fase a tierra
	Medición de corrientes de arranque y regimen
	Comprobar ventilación, calentamiento y ruidos anormales
ARRANCADOR MOTOR DE BOMBA #1 AGUA DE ENFRIAMIENTO DE U1	Limpieza y ajuste de conexiones y puesta a tierra
	Inspección de focos de señalización, c/r cambio
ARRANCADOR MOTOR DE BOMBA #2 AGUA DE ENFRIAMIENTO DE U1	Limpieza y ajuste de conexiones y puesta a tierra
	Inspección de focos de señalización, c/r cambio
TABLERO DE CONTROL BOMBAS DE AGUA DE ENFRIAMIENTO U1, U2	Inspección, limpieza y ajuste de conexiones de tablero
	Inspección de focos de señalización, c/r cambio
MANOMETRO INDICADOR DE PRESION DE CABEZAL DE BOMBA	Prueba de funcionamiento y contrastación
DETECTOR BAJO NIVEL AGUA (BOYA) EN CARCAMO PARO BOMBAS 33	Prueba de funcionamiento y calibración
DETECTOR BAJO NIVEL AGUA (BOYA) EN CARCAMO ALARMA BOMBAS	Prueba de funcionamiento y calibración
PRESOSTATO OPERACION BOMBA DE ENFRIAMIENTO DE RESERVA 63	Prueba de funcionamiento y calibración
TELETERMOMETRO ALARMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO 38WP/51	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO DE TRANSF. 40MVA DE U1	Prueba de funcionamiento, c/r cambio de veleta
DETECTOR FLUJO AGUA BOMBAS DE ENFRIAMIENTO 63FWX/1C	Prueba de funcionamiento y calibración
DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO TANQUE COLECTOR 63FW	Prueba de funcionamiento y calibración
DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO COJ. GUIA TURBINA 63FW	Prueba de funcionamiento y calibración
DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO COJ. GUIA INFERIOR 63FW	Prueba de funcionamiento y calibración
DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO COJINETE EMPUJE 63FW3	Prueba de funcionamiento y calibración
DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO AIRE DE GENERADOR 63FA	Prueba de funcionamiento y calibración
DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO AIRE DE GENERADOR 63FA	Prueba de funcionamiento y calibración
DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO AIRE DE GENERADOR 63FA	Prueba de funcionamiento y calibración
DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO AIRE DE GENERADOR 63FA	Prueba de funcionamiento y calibración
DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO AIRE DE GENERADOR 63FA	Prueba de funcionamiento y calibración
DETECTOR FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO AIRE DE GENERADOR 63FA	Prueba de funcionamiento y calibración
<b>SISTEMA 08 - BARRAS ENCAPSULADAS Y TRANSFORMADORES</b>	

<b>EQUIPO</b>	<b>TAREAS</b>
BANCO DE RESISTENCIAS DE PUESTA A TIERRA DE U1	Revisión y limpieza Medición de resistencia óhmica
CUBICULO DE TRANSFORMADORES PUESTA A TIERRA DE U1	Limpieza exterior del cubículo Limpieza y revisión de conexiones de TC's y TP's Medición de resistencia de aislamiento de TC's y TP's
CUBICULO DE TRANSFORMADORES Y BARRAS ENCAPSULADAS DE U1	Limpieza interna, inspección de aisladores, ajuste de pernos Limpieza exterior de ductos de barras encapsuladas Limpieza y revisión de conexiones de TC's y TP's Medición de resistencia de aislamiento de TC's y TP's
TRANSFORMADOR DE PUESTA A TIERRA DE U1	Limpieza interna, inspección de aisladores, ajuste de pernos Medición de resistencia de aislamiento de barras encapsuladas Revisión y limpieza Chequeo de apriete de terminales de alta y baja tensión Medición de resistencia de aislamiento
<b>SISTEMA 09 - TRANSFORMACION</b>	
<b>EQUIPO</b>	<b>TAREAS</b>
BUSHINGS DE ALTA TENSION DE TRANSFORMADOR DE 40MVA DE U1	Control de nivel y ausencia de fugas de aceite en bushings Verificar ajuste de conexiones y limpieza de porcelana
ALIMENTACION CABLE DE 138 KV DE U1	Verificar existencia de fugas en reservorio de aceite Inspección y limpieza de canaletas Medir y registrar resistencia de aislamiento
MOTOR DE BOMBA # 1 DE ACEITE DE TRANSFORMADOR DE U1	Medición de aislamiento entre fases y fase a tierra Medición de corrientes de arranque y régimen Comprobar ventilación, calentamiento y ruidos anormales
MOTOR DE BOMBA # 2 DE ACEITE DE TRANSFORMADOR DE U1	Medición de aislamiento entre fases y fase a tierra Medición de corrientes de arranque y régimen Comprobar ventilación, calentamiento y ruidos anormales
RELE BUCHOLZ DE TRANSFORMADOR DE U1 63T/A 63T/D	Verificación del funcionamiento, ajuste de conexiones
ARRANCADOR DE MOTOR DE BOMBA # 1 DE ACEITE DE TRANSFORMAD	Limpieza y ajuste de conexiones y puesta a tierra Inspección de focos de señalización, c/r cambio
ARRANCADOR DE MOTOR DE BOMBA # 2 DE ACEITE DE TRANSFORMAD	Limpieza y ajuste de conexiones y puesta a tierra Inspección de focos de señalización, c/r cambio
TABLERO ELECTRICO DE TRANSFORMADOR DE U1	Revisión de conexiones, contactores y calefactor Inspección, limpieza y ajuste de conexiones de tablero
TRANSFORMADOR DE 40 MVA DE U1	Inspección de ruidos anormales Limpiar, verificar fugas aceite tanque conservador de aceite Limpieza tanque principal, chequeo fugas y ruidos anormales Medición de resistencia de aislamiento Medición de resistencia óhmica de los devanados
DETECTOR BAJO NIVEL ACEITE DE TRANSFORMADOR DE U1 OLG-1, OLI	Prueba de funcionamiento y calibración

TELETERMOMETRO TEMP. DEVANADO DE TRANSF. DE U1 WTI/70, WTI/	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
TELETERMOMETRO TEMP. ACEITE DE TRANSF. DE U1 OTI/38TA/73, OTI/	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
DETECTOR FLUJO ACEITE DE TRANSF. DE U1 63FQ1/OF1	Prueba de funcionamiento y calibración
MANOSTATO ALTA PRESION DE NITROGENO DE TRANSF. DE U1 HPG/2/	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
MANOSTATO BAJA PRESION DE NITROGENO DE TRANSF. DE U1 PVG/L/	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
MANOSTATO PRESION DE ACEITE CABLE DE 138KV FASE A DE U1 63C-	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
MANOSTATO PRESION DE ACEITE CABLE DE 138KV FASE B DE U1 63C-	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
MANOSTATO PRESION DE ACEITE CABLE DE 138KV FASE C DE U1 63C-	Prueba de funcionamiento, limpieza y calibración
<b>SISTEMA 10 - ENGRASE CENTRALIZADO</b>	
<b>EQUIPO</b>	<b>TAREAS</b>
ELECTROVALVULA DE CIRCUITO 1 DE GRASA DE U1 W1/VALV.	Medición de resistencia de aislamiento Limpieza y pruebas de operación
ELECTROVALVULA DE CIRCUITO 2 DE GRASA DE U1 W2/VALV.	Medición de resistencia de aislamiento Limpieza y pruebas de operación
ELECTROVALVULA CIRCUITO DE AIRE SIST. ENGRASE DE U1 SAV / VALV. SOLENOIDE AIRE	Medición de resistencia de aislamiento Limpieza y pruebas de operación
TABLERO DE CONTROL DE ENGRASE DE U1	Inspección, limpieza y ajuste de conexiones de tablero Inspección de focos de señalización, c/r cambio Verificación de funcionamiento de equipos de control
MANOMETRO PRESION AIRE SISTEMA ENGRASE DE U1	Prueba de funcionamiento y contrastación
MANOMETRO PRESION GRASA SISTEMA ENGRASE DE U1	Prueba de funcionamiento y contrastación
MICROSWITCH DE POSICION DE VALVULA ESFERICA DE U1 NO CERRADA 20VA	Prueba de operación y limpieza
MICROSWITCH OPERACION DE FIN DE CICLO CIRCUITO 1 DE U1 MS1	Prueba de operación y limpieza
MICROSWITCH OPERACION DE FIN DE CICLO CIRCUITO 2 DE U1 MS2	Prueba de operación y limpieza

Prácticamente todas las tareas son repetitivas, pues tienen una frecuencia determinada y dependiendo de la misma, se ejecutan una o más veces en el año.

Basado en el anterior listado de tareas, he desarrollado una programación de actividades en Microsoft Project para el año próximo y a continuación presento el calendario tentativo de lo que será el año 2004 con las tareas a ejecutarse en la Instalación Unidad de Generación 1, sus diez sistemas y todos sus equipos eléctricos y de instrumentación, que son los equipos en los que el área de mantenimiento eléctrico trabaja.



# febrero 2004

domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado
01	02 Limpieza exterior del tablero 5. Inspección, limpieza y ajuste d Inspección, limpieza y ajuste d	03	04	05	06 Control de nivel y ausencia de	07
08	09 Limpieza exterior del tablero 6. Medir resistencia óhmica en r Medición de corrientes de arran Comprobar ventilación, calent Medición de corrientes de arr Comprobar	10	11	12 Prueba de funcionamiento de Prueba de funcionamiento, ch Prueba de funcionamiento de Chequeo de contactos, ajuste Chequeo de contactos, ajuste	13	14
15	16 Limpieza exterior del tablero 7.	17	18	19	20	21
22	23 Limpieza exterior del tablero 8.	24	25	26	27	28
29						

# marzo 2004

domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	08
	01 [Limpieza exterior del tablero 1]	02 [Comprobar ventilación, calent [Inspección, limpieza y ajuste c [Ajuste de tornillos de sujeción] [Limpieza externa e inspección [inspección]	03		04 [Control de nivel y ausencia de]	05	
07	08 [Limpieza interior del tablero 1]	09 [Medir resistencia óhmica en R] [Inspección de ruidos anormal]	10 [Medición de resistencia de aisl [Limpieza y pruebas de operac]	11	12	13	
14	15 [Limpieza exterior del tablero 1]	16	17	18	19	20	
21	22 [Limpieza exterior del tablero 1]	23	24	25	26	27	
28	29 [Limpieza exterior del tablero 1]	30	31				



# mayo 2004

domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado
						01
	02	03	04	05	06	07
	Limpeza exterior del tablero 1	Inspección, limpieza y ajuste d Inspección, limpieza y ajuste d			Control de nivel y ausencia de	
						08
	09	10	11	12	13	14
	Limpeza exterior del tablero 1	Medir resistencia óhmica en R Inspección de ruidos anormales	Prueba de funcionamiento, chi Prueba de funcionamiento de			
						15
	16	17	18	19	20	21
	Limpeza exterior del tablero 2					Revisión y limpieza 1, 480 mir Medición de resistencia óhmica Revisión y limpieza 1, 480 mir Chequeo de apriete de termin
						22
	23	24	25	26	27	28
	Limpeza exterior del tablero 2	Prueba de funcionamiento, lim Prueba de funcionamiento, lim Prueba de funcionamiento, lim Prueba de funcionamiento, lim	Prueba de funcionamiento, lim Prueba de funcionamiento, lim Prueba de funcionamiento, lim Prueba de funcionamiento, lim			Prueba de operación y limpiez Prueba de conexión y revisión de conect Medición de resistencia de ais Prueba de funcionamiento interna, inspección d
						29
	30	31				
	Revisión funcionamiento, lim Comprobar penetración de cui Limpieza y ajuste de conexión Prueba de operación y limpiez					





# julio 2004

domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado
03					01	02
					08	09
	04	05	06	07	08	09
	10	11	12	13	14	15
	17	18	19	20	21	22
	24	25	26	27	28	29
	31					

# agosto 2004

domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado
01	02	03	04	05	06	07
	Limpeza exterior del tablero 3	Inspección, limpieza y ajuste d Inspección, limpieza y ajuste d			Control de nivel y ausencia de	
08	09	10	11	12	13	14
	Limpeza exterior del tablero 3	Medir resistencia óhmica en R Medición de aislamiento entre	Prueba de funcionamiento, ch Prueba de funcionamiento de	Prueba de funcionamiento, ch		
		Medición de corrientes de arra Comprobar ventilación, calent Medición d				
15	16	17	18	19	20	21
	Limpeza exterior del tablero 3		Medición de aislamiento entre Medición de corrientes de arra Comprobar ventilación, calent Medición de aislamiento entre Medición d			
22	23	24	25	26	27	28
	Limpeza exterior del tablero 3					
29	30	31				
	Limpeza exterior del tablero 3					





# noviembre 2004

domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	08
	01 Limpieza exterior del tablero 4	02 Inspección, limpieza y ajuste de Inspección, limpieza y ajuste de	03	04	05 Control de nivel y ausencia de Verificar ajuste de conexiones Verificar existencia de fugas e Inspección y limpieza de canal Medir y ref	06	
	07	08	09	10	11	12	13
	Limpieza exterior del tablero 4	Medir resistencia óhmica en R Inspección de ruidos anormal	Prueba de funcionamiento, chi Prueba de funcionamiento de				
	14	15	16	17	18	19	20
	Limpieza exterior del tablero 4						
	21	22	23	24	25	26	27
	Limpieza exterior del tablero 4						
	28	29	30				
	Limpieza exterior del tablero 4						



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Creo que este trabajo constituye un buen inicio para la elaboración de un completo Manual de Procedimientos de Mantenimiento Eléctrico de la Central Pucará, pudiendo utilizar los mismos criterios para las otras áreas de mantenimiento de la misma.

Se recomienda hacer una revisión al menos anual de las frecuencias y los tiempos de ejecución de las actividades de mantenimiento. Las máquinas a medida que transcurre el tiempo pueden disminuir su capacidad de trabajo y su precisión, pudiendo ser necesario una intervención mas frecuente en las mismas.

Una vez que se implemente la red interna de comunicaciones de la Central, sería conveniente colocar un terminal con el SISMAC en Casa de Máquinas, para facilitar la emisión de órdenes de trabajo o cualquier consulta requerida en el mismo sitio de trabajo.

Por el hecho de funcionar en red es recomendable dejar activar automáticamente la función del servidor de red SISMAC SERVER primero en

el terminal que haga de servidor principal y luego en los que se requiera acceder al programa.

Es muy importante que las órdenes de trabajo sean cerradas de una manera correcta para que los índices que entregue el SISMAC sean lo más exactos y reales posibles.

Han existido ciertos problemas con las herramientas que inicialmente nos ofrecía el programa, y en un par de ocasiones ha sido necesario hacer rectificaciones al programa y por ende actualizarlo en la Central.

En caso de que las herramientas del SISMAC no se adapten totalmente a las necesidades de la Central, se debería contratar a un programador, aprovechar todas las bases de datos creadas en el SISMAC y crear una herramienta que se adapte por completo a los requerimientos de nuestra empresa, en la misma Central y con el apoyo de personal de todas las áreas de mantenimiento.

Este año la programación de los trabajos en el SISMAC ha sido un poco difícil, y es cualquier cambio conlleva sus inconvenientes, pero creo con la experiencia de este año y toda la información que se recopile hasta el fin del

mismo, los trabajos para el año entrante serán mucho más fáciles de programar.

A pesar de todos los problemas presentados en la implementación del SISMAC creo que sería conveniente continuarla, y de esa manera explotar al máximo el mencionado programa.

Por todo lo expuesto en el capítulo 5, recomiendo un estudio de factibilidad para la implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad en la Central Pucará.

**ANEXO A. PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO  
ELECTRICO**

**ANEXO A. PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO  
ELECTRICO**

## TARJETA DE PROCEDIMIENTOS

ACTIVIDAD: MEDIR Y REGISTRAR RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE LA ALIMENTACION A 13.8 KV  
 PERIODICIDAD: Anual

EQUIPO EN SERVICIO   
 EQUIPO FUERA DE SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION Y REFERENCIA	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	DOCUMENTOS
	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>		
1.	Presentar orden de trabajo a Operación y consignar el equipo.		
2.	Unidad fuera de servicio (mantenimiento mayor).		
	<b>PROCEDIMIENTO</b>		
1.	Retirar tapas de gabinete entre generador y barras encapsuladas con llave 3/8".	Pértiga	Plano E-101-41-122
2.	Descargar e tierra las barras con una pértiga.	Cable de conexión a tierra	
3.	Retirar o desacoplar los puentes de las barras encapsuladas y generador con llave 3/4".	Llaves mixtas 3/4", 3/8", 15/16"	
4.	Sacar los gabinetes de los transformadores de potencial y corriente.	Megger de 1000 V	
5.	Desconectar los seccionadores del transformador de servicios auxiliares de la unidad con una pértiga.		
6.	Desconectar los puentes del lado de baja tensión del transformador de 40 MVA con llave 15/16".		
7.	Medir resistencia de aislamiento de cada fase con respecto a tierra con el megger de 1000 V por el tiempo de un minuto.		
8.	Comparar los datos obtenidos con datos de pruebas anteriores.		
9.	Desconectar el megger y sus conexiones.		
10.	Reponer los puentes del lado de baja tensión del transformador de 40 MVA con llave 15/16".		
11.	Reconectar los gabinetes de los transformadores de potencial y corriente.		
12.	Reconectar los seccionadores del transformador de servicios auxiliares de la unidad.		
13.	Reponer los puentes de las barras encapsuladas y generador con llave 3/4".		
14.	Reponer las tapas del gabinete entre generador y barras encapsuladas con llave 3/8".		
15.	Recoger las herramientas y limpiar el sitio de trabajo.		
16.	Entregar el equipo a Operación previa inspección.		

### TARJETA DE PROCEDIMIENTOS

**ACTIVIDAD:** MEDICION DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE TRANSFORMADOR DE EXCITACIÓN  
**PERIODICIDAD:** Anual

EQUIPO EN SERVICIO   
 EQUIPO FUERA DE SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION Y REFERENCIA	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	DOCUMENTOS
	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>		
1.	Presentar orden de trabajo a Operación y consignar el equipo.		
2.	Unidad fuera de servicio.		
3.	Delimitar el área de trabajo con una cinta de seguridad.		
	<b>PROCEDIMIENTO</b>		
1.	Descargar a tierra el transformador con una pértiga fase por fase.	Cinta de seguridad	
2.	Retirar los fusibles de alta tensión con una pértiga.	Pértiga	
3.	Desconectar las conexiones del lado de baja tensión del transformador con llave 9/16".	Cables de conexión a tierra	
4.	Se mide resistencia de aislamiento entre alta tensión y tierra realizando las conexiones debidas, con el megger de 1000V durante un minuto.	6 puentes	
5.	Se mide resistencia de aislamiento entre alta tensión y baja tensión realizando las conexiones debidas con el megger de 1000V durante un minuto.	Megger de 1000V	
6.	Se mide resistencia de aislamiento entre baja tensión y tierra realizando las conexiones debidas con el megger de 1000V durante un minuto.	Llave mixta 9/16"	
7.	Retiramos todas las conexiones.		
8.	Comparar los valores obtenidos con valores de pruebas anteriores.		
9.	Reconectar las conexiones del lado de baja tensión del transformador con llave 9/16".		
10.	Colocar los fusibles de alta tensión manualmente.		
11.	Retirar la cinta de seguridad del sitio.		
12.	Recoger todas las herramientas y equipos utilizados.		
13.	Revisar que todas las conexiones se encuentren en condiciones normales de operación.		
14.	Entregar el equipo a Operación previa inspección.		

### TARJETA DE PROCEDIMIENTOS

**ACTIVIDAD:** OBTENCION DE MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA

**PERIODICIDAD:** Anual

EQUIPO EN SERVICIO   
EQUIPO FUERA DE SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION Y REFERENCIA	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	DOCUMENTOS
	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>		
1.	Presentar orden de trabajo a Operación y consignar el equipo.		
	<b>PROCEDIMIENTO</b>		
1.	Sacar el tapón del transformador y colocar un recipiente bajo la llave de paso.	Llaves mixtas 1 1/16", 3/4"	
2.	Colocar acople de 1" con reducción a 1/2" y reductor plástico.	Llave de tubo de 14"	
3.	Acoplar al reductor plástico una jeringa de 50 c.c. con válvula de tres vías.	Jeringa	
4.	Abrir la llave de paso del transformador.	Acople de 1" con reducción a 1/2" y reductor plástico	
5.	Recolectar 50 c.c. de aceite sin tocar el émbolo.	Recipiente	
6.	Cerrar la llave de paso del transformador.	Wype	
7.	Gira la llave de la válvula de tres vías hacia la posición de purga.		
8.	Empuje el émbolo y evacúe el aceite; dejar en 4 c.c.		
9.	Cerrar la llave de la posición de purga y dejar disponible para el ingreso de aceite.		
10.	Repetir los pasos 4, 5 y 6 antes descritos.		
11.	Retirar la jeringa.		
12.	Sacar acople de 1" con reducción a 1/2" y reductor plástico.		
13.	Colocar el tapón del transformador.		
14.	Limpiar el piso y cualquier otra parte contaminada con aceite.		
15.	Entregar el equipo a Operación previa inspección.		

## TARJETA DE PROCEDIMIENTOS

**ACTIVIDAD:** COMPROBAR Y CONTRASTAR FUNCIONAMIENTO DE INSTRUMENTOS DE TABLERO DE SINCRONIZACION  
**PERIODICIDAD:** Anual

EQUIPO EN SERVICIO   
 EQUIPO FUERA DE SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION Y REFERENCIA	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	DOCUMENTOS
	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>		
1.	Presentar orden de trabajo a Operación y consignar el equipo.		
	<b>PROCEDIMIENTO</b>		
1.	Accionar el switch selector a manual o automático y el tablero de sincronización funciona.	Destornillador plano pequeño	Plano E-101-41-117
2.	Proceder a comprobar el funcionamiento de los instrumentos.	Perilla para accionar sincronoscopio	
3.	Revisar la contrastación de los instrumentos entre sí y con los de prueba.		
4.	Si no funcionan de una forma igual los instrumentos se deberá calibrar.		
5.	Si están funcionando correctamente y registrando los valores igual a los instrumentos de prueba se concluye el trabajo.		
6.	Apagar el tablero de sincronización desde el switch selector pasándolo a la posición cero.		
7.	Recoger todas las herramientas.		
8.	Entregar el equipo a Operación previa Inspección.		

### TARJETA DE PROCEDIMIENTOS

**ACTIVIDAD:** MEDICION DE TIEMPO DE PARADA Y OPERACIÓN DE FRENOS

**PERIODICIDAD:** Anual

EQUIPO EN SERVICIO   
EQUIPO FUERA DE SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION Y REFERENCIA	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	DOCUMENTOS
	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>		
1.	Presentar orden de trabajo a Operación y consignar el equipo.		
	<b>PROCEDIMIENTO</b>		
1.	Cuando la máquina está bajando las revoluciones y alcanza las 100 RPM, en ese instante actúan los frenos.	Cronómetro	
2.	Poner en marcha el cronómetro.		
3.	Esperar que los frenos dejen de actuar.		
4.	Parar el cronómetro y registrar la lectura.		
5.	Entregar el equipo a Operación previa inspección.		

## TARJETA DE PROCEDIMIENTOS

**ACTIVIDAD:** VERIFICACION DE FUNCIONAMIENTO, CALIBRACION Y LIMPIEZA DE TELETERMOMETROS

**PERIODICIDAD:** Anual

EQUIPO EN SERVICIO   
EQUIPO FUERA DE SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION Y REFERENCIA	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	DOCUMENTOS
	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>		
1.	Presentar orden de trabajo a Operación y consignar el equipo.		
2.	Verificar que el equipo este fuera de servicio.		
	<b>PROCEDIMIENTO</b>		
1.	Sacar la sonda.	Dos llaves mixtas 7/8	
2.	Sumergir la sonda en agua a 20°C.	Recipiente con agua	
3.	Verificar en el tablero hidráulico como en el equipo FLUKE que efectivamente va subiendo la temperatura, ayudarnos por una estufa eléctrica.	Estufa eléctrica	
4.	Cada 10°C desconectar la estufa y esperar un par de minutos para que se establezca la temperatura en el tablero hidráulico.	Equipo FLUKE con dispositivo de temperatura	
5.	Repetir los pasos 4 y 5 hasta que el agua alcance una temperatura de 80°C.	Llave hexagonal 3 mm.	
6.	Poner mucha atención cuando se llegue a las temperaturas nominales de trabajo: alarma y disparo del teletermómetro.	Un par de radios	
7.	Realizar la calibración pertinente en caso de ser necesario.	Destornillador plano mediano	
8.	Verificar el accionamiento de alarma y disparo correspondientes en el tablero dúplex.	Dos llaves ... No. 3	
9.	Colocar la sonda en su posición correcta.		
10.	Reponer alarma y disparo.		
11.	Recojer las herramientas utilizadas y limpiar el sitio.		
12.	Entregar el equipo a Operación previa inspección.		

## TARJETA DE PROCEDIMIENTOS

**ACTIVIDAD:** PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO Y CONTRASTACION DE PRESOSTATOS  
**PERIODICIDAD:** Anual

EQUIPO EN SERVICIO   
 EQUIPO FUERA DE SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION Y REFERENCIA	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	DOCUMENTOS
<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>			
1.	Coordinar con Operación, entregar orden de trabajo		
2.	Desconectar la alimentación eléctrica.		
<b>PROCEDIMIENTO</b>			
1.	Desconectar terminales del presóstato.	Destornillador plano mediano	
2.	Retirar el presóstato	Llaves mixtas 3/8", 3/4"	
3.	Contrastar con el peso muerto, revisando a qué presión acciona el SET y a qué presión acciona el RESET.	Peso muerto	
4.	Se le puede calibrar subiendo el resorte (mayor presión de aire).	Multímetro	
5.	También se puede calibrar bajando el resorte (menor presión de aire).		
6.	Anotar todos los valores obtenidos.		
7.	Montar el presóstato en el sitio y la posición correcta.		
8.	Reconectar los terminales del presóstato.		
9.	Conectar la alimentación eléctrica.		
10.	Entregar el equipo a Operación previa inspección.		



### TARJETA DE PROCEDIMIENTOS

**ACTIVIDAD:** LIMPIEZA INTERIOR DEL TABLERO, AJUSTE DE CONEXIONES Y CHEQUEO DEL REGULADOR DE VOLTAJE  
**PERIODICIDAD:** Semestral

EQUIPO EN SERVICIO   
 EQUIPO FUERA DE SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION Y REFERENCIA	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	DOCUMENTOS
	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>		
1.	Presentar orden de trabajo a Operación y consignar el equipo.		
	<b>PROCEDIMIENTO</b>		
1.	Seleccionar la manija 43-90 en manual, saldrá la alarma excitación no automática.	Aspiradora	
2.	Desconectar el control de excitación desde el tablero de servicios auxiliares 125 Vcd, saldrá alarma disparo por falta de voltaje control de excitación.	Extensión de luz	
3.	Aspirar el polvo que se encuentre sobre los elementos y dispositivos.	Brocha pequeña	
4.	Verificar que no existan conexiones flojas.	Liencillo	
5.	Sacar los contactores uno por uno y aplicar contact cleaner.	Contact cleaner	
6.	Colocar la manija 43-90 en automático.		
7.	Conectar el control de excitación.		
8.	Reponer las alarmas.		
9.	Entregar el equipo a Operación previa inspección.		

## TARJETA DE PROCEDIMIENTOS

**ACTIVIDAD:** MEDICION DE CORRIENTES DE ARRANQUE Y REGIMEN DE MOTORES ELECTRICOS

**PERIODICIDAD:** Depende del motor

EQUIPO EN SERVICIO   
EQUIPO FUERA DE SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION Y REFERENCIA	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	DOCUMENTOS
<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>			
1.	Presentar orden de trabajo a Operación y consignar el equipo.		
<b>PROCEDIMIENTO</b>			
1.	Colocar el amperímetro en la escala correspondiente.	Amperímetro de pinza	Formato de registro
2.	Colocar el amperímetro en la primera fase A	Destornillador plano	
3.	Arrancar el motor.	Extensión de luz	
4.	Registrar la lectura de arranque del amperímetro.		
5.	Una vez estabilizado el amperímetro, registrar la lectura correspondiente.		
6.	Repetir todos los pasos anteriores para cada una de las fases restantes.		
7.	Entregar el equipo a Operación previa inspección.		

## TARJETA DE PROCEDIMIENTOS

**ACTIVIDAD:** LIMPIEZA GENERAL INTERIOR DE MOTORES ELECTRICOS

**PERIODICIDAD:** Depende del motor

EQUIPO EN SERVICIO   
EQUIPO FUERA DE SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION Y REFERENCIA	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	DOCUMENTOS
	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>		
1.	Presentar orden de trabajo a Operación y consignar el equipo.		
2.	Desconectar desde el tablero la alimentación a las fases del motor.		
	<b>PROCÉDIMIENTO</b>		
1.	Desconectar en la caja de conexiones del motor e identificar los terminales.	Llaves 7/16 y 9/16	
2.	Desmontar el motor usando la llave 9/16.	Cold solvent	
3.	Señalar las tapas con el estator.	Liencillo	
4.	Desacoplar las tapas y retirarlas con la llave 7/16.	Brocha	
5.	Sacar el inducido e inspeccionar los bobinados.	Destornillador plano	
6.	Limpiar tanto el estator como el inducido usando el liencillo, el solvente y la brocha.	Cinta aislante	
7.	Reponer y ajustar con cuidado el inducido y las tapas.		
8.	Montar el motor en el sitio original y ajustar con la llave 7/16.		
9.	Reconectar los terminales en la caja de conexiones del motor y tapar.		
10.	Reconectar en el tablero la alimentación a las fases del motor.		
11.	Probar que el motor trabaje bien en vacío.		
12.	Entregar el equipo a Operación previa inspección.		

### TARJETA DE PROCEDIMIENTOS

**ACTIVIDAD:** REVISION Y LIMPIEZA DE CARBONES DE PUESTA A TIERRA DEL EJE DEL GENERADOR  
**PERIODICIDAD:** Trimestral

EQUIPO EN SERVICIO   
 EQUIPO FUERA DE SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION Y REFERENCIA	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	DOCUMENTOS
	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>		
1.	Presentar orden de trabajo a Operación y consignar el equipo.		
2.	Unidad fuera de servicio (mantenimiento mayor).		
	<b>PROCEDIMIENTO</b>		
1.	Retirar el seguro hacia fuera dejando libres los dos carbones.	Wipe	
2.	Retirar los dos carbones, se revisan las conexiones y se las limpia con alcohol industrial, cold solvent y wipe.	Alcohol industrial	
3.	Limpiar el aceite impregnado en el recinto de los carbones y en el eje.	Cold solvent	
4.	Colocar los carbones dejando los cables de conexión a tierra de los carbones hacia afuera.	Liencillo	
5.	Colocar el seguro.		
6.	Entregar el equipo a Operación previa inspección.		

### TARJETA DE PROCEDIMIENTOS

**ACTIVIDAD:** INSPECCION, LIMPIEZA Y MEDICION DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DEL ROTOR DE LA EXCITATRIZ  
**PERIODICIDAD:** Anual

EQUIPO EN SERVICIO   
 EQUIPO FUERA DE SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION Y REFERENCIA	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	DOCUMENTOS
	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>		
1.	Presentar orden de trabajo a Operación y consignar el equipo.		
	<b>PROCEDIMIENTO</b>		
1.	Retirar las tapas transparentes de mica y desconectar la alimentación a 110 V.	Destornilladores planos grande y pequeño	Plano de la excitatriz
2.	Retirar las rejillas metálicas del recinto del cojinete.	Gametas plásticas para pernos y tornillos	Diagrama de excitatriz
3.	Retirar las tapas metálicas que cubren el recinto del rotor.	Rache con dado 15/16" y extensión 5110P	Formato de registro
4.	Realizar una inspección de ajuste de pernos.	Cold solvent	
5.	Verificar que el aislamiento de las cabezas de bobina no esté dañado.	Liencillo	
6.	Sopletear con líquido solvente todo el rotor, y luego limpiar con liencillo y wipe.	Wipe	
7.	Abrir o desconectar las barras del estator falla de diodos rotativos.	Dado 9/16"	
8.	Abrir o desconectar las barras del estator de la excitatriz.	Pistola para sopletear	
9.	Abrir o desconectar la barra del rotor.	Manguera para aire	
10.	Medir resistencia de aislamiento del rotor con respecto a tierra usando el megger de 500 V.	Aspiracra	
11.	Proceder a conectar todo lo desconectado.	Extensión de luz y tomacorriente	
12.	Limpiar y lavar las tapas de mica.	Megger YEW - 500 V	
13.	Colocar las tapas metálicas, las rejillas y las tapas de mica, cuidando de no dejar nada al interior del recinto.		
14.	Limpiar todo el sitio de trabajo y retirar las herramientas ocupadas.		
15.	Entregar el equipo a Operación previa inspección.		

## TARJETA DE PROCEDIMIENTOS

**ACTIVIDAD:** INSPECCION GENERAL Y CHEQUEO DE AJUSTE DE CUÑAS DEL BOBINADO DEL ESTATOR DEL  
**GENERADOR**  
**PERIODICIDAD:** Anual

EQUIPO EN SERVICIO   
 EQUIPO FUERA DE SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION Y REFERENCIA	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	DOCUMENTOS
<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>			
1.	Presentar orden de trabajo a Operación y consignar el equipo.		
2.	Unidad fuera de servicio (mantenimiento mayor).		
<b>PROCÉDIMIENTO</b>			
1.	Primero realizar una inspección visual de los bastones, tomar fotos de las manchas de polvo blanco en caso de haberlas en alguna ranura.	Cámara fotográfica	
2.	Limpiar las cabezas de bobina con cold solvent y enumerar ranuras de bastones de barras exteriores, desde la 1 hasta la 198, basados en el plano.	Cold solvent	
3.	Con un martillito de hierro se empieza golpeando desde la séptima cuña hacia arriba y en tres partes de cada cuña. . . . .	Marcador de metales	
4.	Observar si en las separaciones entre bastones que tienen puentes existen manchas negras de vapor de aceite con polvo.	Martillito de hierro	
5.	Realizar la limpieza de puentes y las cabezas de bobina superiores con liencillo, cold solvent y alcohol industrial.	Liencillo	
6.	Realice un secado de las cabezas de bobina con aire a presión seco y liencillo.	Mascarilla para gases químicos	
7.	Entregar el equipo a Operación previa inspección.	2 extensiones de luz	
		Alcohol industrial	
	Nota: No llevar nada suelto en los bolsillos y utilizar camisa manga larga para proteger los brazos.		

## TARJETA DE PROCEDIMIENTOS

**ACTIVIDAD:** MEDICION DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ESTATOR  
**PERIODICIDAD:** Anual

EQUIPO EN SERVICIO   
 EQUIPO FUERA DE SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION Y REFERENCIA	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	DOCUMENTOS
<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>			
1.	Presentar orden de trabajo a Operación y consignar el equipo.		
2.	Solicitar el cierre del seccionador 189 4AU en el Patio de Maniobras.		
<b>PROCEDIMIENTO</b>			
1.	Abrir la junta flexible de derivación a barras encapsuladas.	Llaves mixtas 13", 19"	Formato de registro
2.	Abrir la junta flexible de salida al transformador de puesta a tierra del generador.	Rache y dados 13", 19"	
3.	Cortocircuitar y conectar a tierra las RTD's en el panel ubicado en el baril del generador.	Cable para puentes	
4.	Medida de aislamiento de una fase a tierra.	Torcómetro	
4.1.	Fase A, cortocircuitar las fases B y C a la salida de las barras encapsuladas y a la salida del neutro.	Megger Biddle 5000V	
4.2.	Conectar el terminal de línea del megger a la fase que se va a medir y el otro terminal a tierra. Aplicar	Extensión de luz	
4.3.	Para las fases B y C cortocircuitar A-C y B-A respectivamente. Proceder según item anterior.		
5.	Medida de aislamiento entre dos fases.		
	Conectar los terminales del megger a las fases a las que se va a medir el aislamiento, la fase libre conectar ambos extremos a tierra. Aplicar 5000 V durante 10 minutos, tomar nota de los valores según formato E024		
5.1.	Estas pruebas se realizan antes y después de la limpieza del estator.		
	Cerrar las juntas flexibles abiertas en ítem 1 y 2, torque de ajuste 65 N.m y colocar las tapas respectivas. Asegurarse que no haya nada en el interior.		
6.			
7.	Sacar puente de las RTD's y retirar de tierra.		
8.	Entregar la máquina a Operación previa inspección.		
	Nota: Para la medida de resistencia de aislamiento, tomar nota de los valores de temperatura y humedad relativa.		

**ANEXO B. MANUAL BASICO DEL SISMAC**

## **ANEXO B. MANUAL BASICO DEL SISMAC**

## **MANUAL BASICO DEL SISMAC**

Hace algunos años se pensaba que mantenimiento únicamente consistía en reparar equipos cuando éstos se averiaban, pero hoy ese concepto es obsoleto, y actualmente es un campo altamente especializado, el mismo que requiere información inmediata referente a: costos de mantenimiento, índices de mantenimiento, disponibilidad de equipos, fiabilidad, cronogramas de mantenimiento, etc., para poder planificar, ejecutar y evaluar la administración y ejecución del mantenimiento.

En nuestros días, existen algunas razones que han vuelto al mantenimiento en un campo de gran importancia para las empresas, y entre otras tenemos:

- La existencia de un mercado altamente competitivo y en permanente globalización.
- El elevado costo de sustitución de equipos.
- La necesidad de alcanzar estándares mas altos cada día.
- El porcentaje que representan los gastos de mantenimiento en los costos de producción.

El gran objetivo de las empresas en los actuales momentos es alcanzar el Mantenimiento Productivo Total.

### **Requerimientos generales.**

El sistema SISMAC usa como base de datos Access o cualquier otro tipo de base de datos que permita utilizar conectividad ODBC como son: SQL Server, Oracle, Informix, DB2, SQL Base, etc., y como lenguaje de programación Visual Basic.

Su nombre significa Sistema de Mantenimiento Asistido por Computadora. Necesita como mínimo una computadora Pentium I (o su equivalente) con 16 Mb en RAM y Windows 95. Entre las principales características tenemos:

- Multi-usuario.
- Multi-empresa.
- Paramétrico.

## **MANUAL BASICO DEL SISMAC**

Hace algunos años se pensaba que mantenimiento únicamente consistía en reparar equipos cuando éstos se averiaban, pero hoy ese concepto es obsoleto, y actualmente es un campo altamente especializado, el mismo que requiere información inmediata referente a: costos de mantenimiento, índices de mantenimiento, disponibilidad de equipos, fiabilidad, cronogramas de mantenimiento, etc., para poder planificar, ejecutar y evaluar la administración y ejecución del mantenimiento.

En nuestros días, existen algunas razones que han vuelto al mantenimiento en un campo de gran importancia para las empresas, y entre otras tenemos:

- La existencia de un mercado altamente competitivo y en permanente globalización.
- El elevado costo de sustitución de equipos.
- La necesidad de alcanzar estándares mas altos cada día.
- El porcentaje que representan los gastos de mantenimiento en los costos de producción.

El gran objetivo de las empresas en los actuales momentos es alcanzar el Mantenimiento Productivo Total.

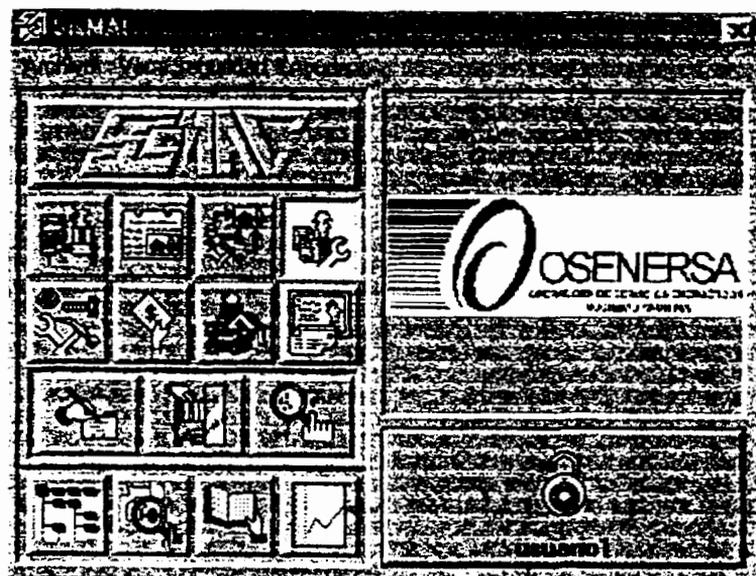
### **Requerimientos generales.**

El sistema SISMAC usa como base de datos Access o cualquier otro tipo de base de datos que permita utilizar conectividad ODBC como son: SQL Server, Oracle, Informix, DB2, SQL Base, etc., y como lenguaje de programación Visual Basic.

Su nombre significa Sistema de Mantenimiento Asistido por Computadora. Necesita como mínimo una computadora Pentium I (o su equivalente) con 16 Mb en RAM y Windows 95. Entre las principales características tenemos:

- Multi-usuario.
- Multi-empresa.
- Paramétrico.

La pantalla principal de SISMAC es la siguiente:



El programa para la administración de mantenimiento consta de ocho módulos, cada uno de ellos con sus respectivos submódulos:

-  Inventario Técnico: Ingreso, Parámetros, y Consulta.
-  Fichas Técnicas: Ingreso, Parámetros, y Consulta.
-  Lista Básica de Recambios: Ingreso, y Consulta.
-  Mantenimiento: Ingreso, Parámetros, y Consulta.

-  Inventario de Materiales/Repuestos: Consulta

-  Adquisiciones.

-  Activos Fijos: Consulta.

-  Personal: Ingreso.

Los submódulos son:

-  Ingreso.

-  Parámetros.

-  Consulta.

Además posee cuatro utilitarios:

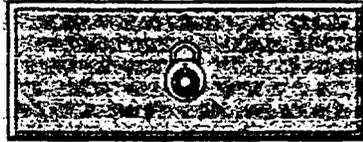
-  Listado principal de inventario técnico.

-  Referencias gráficas.

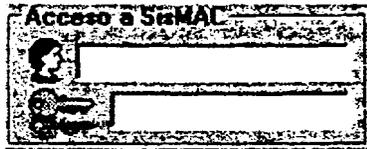
-  Documentación técnica

-  Reportes.

Existe también la ventana de seguridad, desde donde se puede ingresar al SISMAC.



Para tener acceso al sistema debemos dar clic en la ventana anterior y cuando nos aparezca la ventana siguiente, ingresar el nombre del usuario y la contraseña, pudiendo crear tantos usuarios con sus respectivas contraseñas como sea requerido. Habrá un administrador con su contraseña que será quien cree los usuarios y les de los permisos necesarios hasta el nivel que se estime conveniente.



Acceso a SISMAC

## INVENTARIO TÉCNICO.

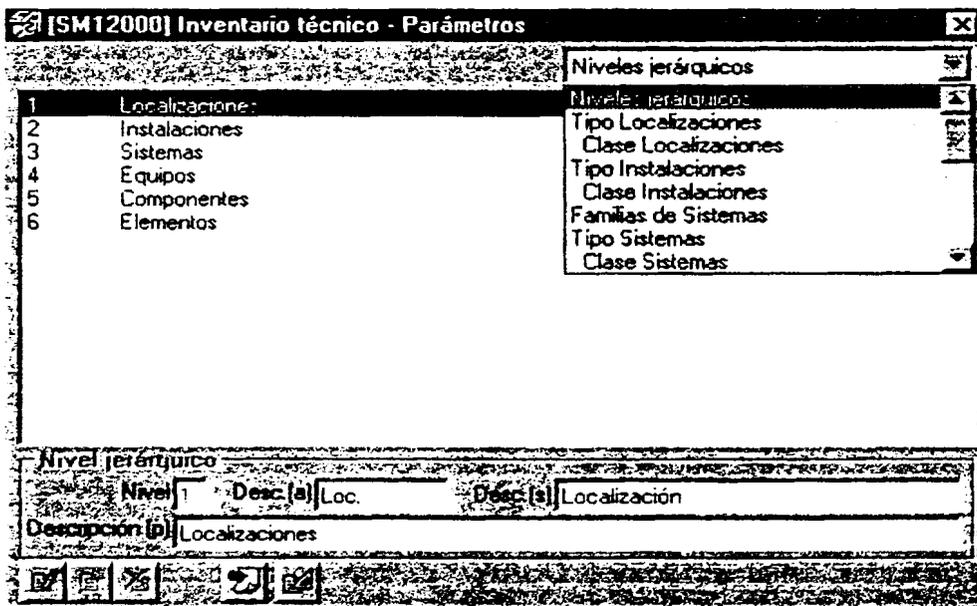
Lo primero que debemos hacer para trabajar con el SISMAC es codificar e inventariar los equipos o bienes que la Central posee.

El módulo de Inventario Técnico tiene tres objetivos principales:

1. Saber dónde y cómo están conformados los diferentes bienes y/o equipos (niveles jerárquicos de información).
2. Conocer los repuestos que existen en bodega para cada uno de los bienes y/o equipos. (lista base de recambios).
3. Crear los vínculos con contabilidad para seguimiento de costos (centros de costos, activos fijos, etc.).

### PARÁMETROS DE INVENTARIO.

Para ingresar a parámetros de inventario, el usuario en la pantalla principal del programa debe dar un clic primero en el ícono "Inventario Técnico" y luego un clic en el ícono "Parámetros".



Antes de ingresar las instalaciones codificadas e inventariadas de la Central se deben ingresar los parámetros con los que trabajará el módulo inventarios. Los parámetros a ser llenados son:

- Niveles jerárquicos
- Tipos de localización
- Clases de localización
- Tipos de instalación
- Clases de instalación
- Familias de sistemas

- Tipos de sistemas
- Clases de sistemas
- Familias de equipos
- Tipos de equipos
- Clases de equipos
- Subclase de equipos
- Tipos de componentes
- Clase de componentes
- Departamentos
- Secciones
- Centros de costo
- Cuentas contables
- Marcas
- Marcas por familia de equipo

### **Niveles jerárquicos.**

Para su implementación, a la Central Hidroeléctrica Pucará se la ha organizado en seis niveles jerárquicos de inventario:

1. Localización
2. Instalaciones
3. Sistemas
4. Equipos
5. Componentes
6. Elementos

Dentro de lo que es el inventario técnico, es obligatorio ingresar los cuatro primeros campos, mientras que los componentes y los elementos son opcionales.

### **Estructura de código.**

Antes de ingresar cualquier información al sistema, debemos definir un código para identificar los diferentes niveles de inventario.

Para acceder a esta opción primero se tiene que ingresar a parámetros de inventario, y luego dar un clic en el ícono "estructura de código".



### **Nomenclatura:**

**F:** Cuando queremos que los códigos de familias (sistemas y equipos) formen parte del código.

T: Cuando queremos que los códigos de tipos (localización, instalaciones, sistemas y equipos) forman parte del código.

#: Cuando queremos asignar una parte numérica al código que puede ser usado como un contador.

A: Cuando queremos asignarle una parte alfanumérica al código.

L: Cuando queremos asignarle una parte literal al código.

De esa manera la Central Hidroeléctrica Pucará quedó codificada de la siguiente manera:

### **Tipos de Localizaciones. (Nivel 1).**

Aquí el usuario define los códigos de los tipos de localizaciones, y recordando que SISMAC es un programa multi-empresa, es importante poder obtener reportes totales, o agrupados por actividad o individuales, por lo que se deben crear estos códigos de localización.

Podemos crear una nueva localización con su respectivo código y descripción; editar el código y/o la descripción de una ya existente; o, eliminar el código y la descripción de una localización existente. Además se puede asignar un logotipo a un código de localización creado.

### **Instalaciones. (Nivel 2).**

Por instalación o Area de Proceso se entiende una línea de producción o un conjunto de sistemas que cumplen una función. En esta tabla de parametrización se definen los códigos de los tipos de instalaciones.

Podemos crear una nueva instalación con su respectivo código y descripción; editar el código y/o la descripción de una ya existente; o, eliminar el código y la descripción de una instalación existente. Además se puede asignar un logotipo a un código de instalación creado.

### **Familias de Sistemas. (Nivel 3).**

A cada una de las instalaciones se las subdividió en sistemas, entendiendo por sistema a un conjunto de equipos: mecánicos, eléctricos, civiles, cumpliendo una función.

Podemos crear un nuevo sistema con su respectivo código y descripción; editar el código y/o la descripción de uno ya existente; o, eliminar el código y la descripción de un sistema que ya existe. Además se puede asignar un logotipo a un código de sistema creado.

### **Equipos.**

Como ya lo he mencionado, los sistemas están formados por equipos, y el código de cada uno de ellos se forma de la siguiente manera:

- |             |   |                    |
|-------------|---|--------------------|
| 1. Familia: | C | Equipos Civiles    |
|             | D | Equipos de Oficina |
|             | E | Equipos Eléctricos |
|             | I | Instrumentación    |

K	Control de Calidad
M	Equipos Mecánicos
S	Seguridad Industrial

2. Tipo: Como por ejemplo algunos equipos eléctricos:

ME	Motor Eléctrico
AI	Aislador
TR	Transformador

Cabe indicar que los tipos de equipos pueden a su vez subdividirse en *clases de equipos* y éstas en *sub-clases de equipos*.

3. Número: Que el sistema le asigna a un equipo de manera automática y que puede ser desde el 01 hasta el 99, porque es suficiente para nuestras necesidades.

### **Componentes y Elementos.**

Cada uno de los equipos puede estar conformado por componentes y elementos, los dos últimos niveles de nuestro inventario técnico, los cuales como ya he mencionado no son obligatorios de ingresar al sistema.

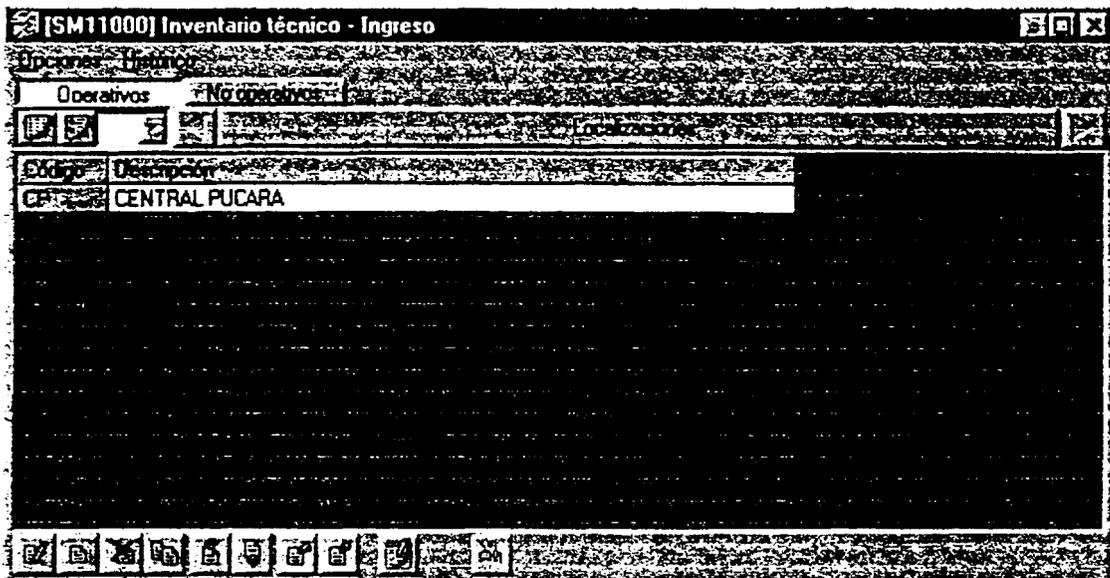
### **Banco de marcas.**

Aquí estarán todas las marcas que serán asignadas a los sistemas, equipos, componentes y elementos de las instalaciones a mantener. Esta tabla de marcas permitirá en lo posterior realizar búsquedas o seguimiento, y reportes de costos de mantenimiento y de fiabilidad.

Podemos crear una nueva marca, con su respectiva descripción; editar la descripción de una ya existente; o, eliminar una marca del banco.

### **INGRESO DE INVENTARIO.**

Para acceder a ingreso de inventario, el usuario en la pantalla principal del programa debe dar un clic primero en el ícono "Inventario Técnico" y luego un clic en el ícono "Ingreso".



Las principales opciones para la alteración de información, y que son comunes para todos los niveles jerárquicos son:

-  Nuevo: Permite que el usuario ingrese un nuevo ítem de información en la tabla que desee.
-  Editar: Cuando se requiere cambiar un código o una descripción ya existente.
-  Eliminar: Permite eliminar un código y descripción existente.
-  Copiar: Permite que el usuario copie lo que desee (toda una localización, toda una instalación, todo un sistema, un equipo, un componente o un elemento).
-  Desplazar arriba: Permite desplazar uno de los ítems hacia arriba dentro de la lista en que se encuentra.
-  Desplazar abajo: Permite desplazar uno de los ítems hacia abajo dentro de la lista en que se encuentra.
-  Mover: Esta opción se usa cuando un ítem (instalación, sistema, equipo, componente o elemento) va a ser movido físicamente a otro lugar.
-  Ubicar: Se usa con equipos que forman parte de un sistema, pero que físicamente se encuentran en otro lugar. Ej: una alarma, o, un display.
-  Registro de modificaciones: Cuando se encuentra activa, solicita una justificación de alguna alteración efectuada.

-  Referencias gráficas: Permite asignar gráficos a cada ítem en cualquier nivel.
- Activos fijos: Permite visualizar los datos de activos fijos, y solo está disponible para los niveles de sistemas y equipos.

### **Ingreso de Localizaciones. (Nivel 1).**

Es el mayor nivel de todos, y puede ser usado para declarar todas las empresas que se posee, o también puede ser usado como nivel de agrupación (parque automotriz de la empresa).

Al crear una nueva localización ingresaremos su descripción y su código. Las principales opciones son:

Nuevo: Para crear una nueva localización.

Editar: Para editar una localización ya creada.

Eliminar: Para eliminar una localización ya existente.

Copiar: Sirve para copiar una localización.

Desplazar arriba: Para desplazar una localización hacia arriba en su lista.

Desplazar abajo: Para desplazar una localización hacia abajo en su lista.

Mover: Sirve para mover una localización a otro lugar.

### **Ingreso de Instalaciones. (Nivel 2).**

En el nivel de instalaciones es donde el usuario desglosa la localización previamente ingresada.

Al crear una nueva instalación ingresaremos su descripción y su código. Adicionalmente se puede ingresar: centro de costos, descripción (a), marca, año, especificación, modelo, y, número de serie.

Las principales opciones son:

Nuevo: Para crear una nueva instalación.

Editar: Para editar una instalación ya creada.

Eliminar: Para eliminar una instalación ya existente.

Copiar: Sirve para copiar una instalación.

Desplazar arriba: Para desplazar una instalación hacia arriba en su lista.

Desplazar abajo: Para desplazar una instalación hacia abajo en su lista.

Mover: Sirve para mover una instalación a otro lugar.

### **Ingreso de Sistemas. (Nivel 3).**

Recordaremos que la definición de sistema es: un conjunto de equipos (mecánicos, eléctricos, electrónicos, civiles, etc.) que cumplen una función (transportar, bombear, generar electricidad, etc.), y representa el desglose de una instalación.

Al crear un nuevo sistema ingresaremos su descripción y su código. Adicionalmente se puede ingresar: centro de costos, código antiguo, código VEIN, descripción (a), marca, año, especificación, modelo, y, número de serie.

Las principales opciones son:

**Nuevo:** Para crear un nuevo sistema.

**Editar:** Para editar un sistema ya creado.

**Eliminar:** Para eliminar un sistema ya existente.

**Copiar:** Sirve para copiar un sistema.

**Desplazar arriba:** Para desplazar un sistema hacia arriba en su lista.

**Desplazar abajo:** Para desplazar un sistema hacia abajo en su lista.

**Mover:** Sirve para mover un sistema a otro lugar.

### **Ingreso de Equipos.**

Los equipos son los componentes de un sistema. Recordaremos que existen algunas familias de equipos: civiles, de oficina, eléctricos, instrumentación, control de calidad, mecánicos, procesos, y de seguridad industrial.

Al crear un nuevo equipo debemos ingresar la siguiente información:

**Familia:** Campo obligatorio, se lo ingresa posicionándose en Tipo y digitando la tecla de función F2.

**Tipo:** Otro campo obligatorio, también se ingresa posicionándose en Tipo y digitando la tecla de función F2.

**Clase:** Campo opcional u obligatorio, dependiendo si existe banco de tareas a nivel de clase de equipos.

**Sub-clase:** Campo opcional u obligatorio, igual que la clase.

**#:** Parte del código del equipo que dice cuantos equipos del mismo tipo existen en un sistema dado. El sistema asigna automáticamente un número, pero puede ser editado, observando de que ese número no se repita.

**Descripción:** Nombre del nuevo equipo.

**Código:** Dado por el código de familia de equipo mas el código de tipo de equipo mas el secuencial (#).

Además se puede ingresar: centro de costos, código antiguo, descripción, marca, año, modelo y número de serie.

### **Ingreso de Componentes.**

Luego que se ha ingresado el listado de equipos de un sistema se puede proceder a desglosar cada equipo en sus respectivos componentes.

Al crear un nuevo componente debemos ingresar su código, descripción, familia, tipo, clase, y la cantidad de este componente presente en el equipo.

Además se puede ingresar datos del fabricante: descripción, marca, año, modelo y número de serie.

### **CONSULTA DE INVENTARIO.**

## FICHAS TECNICAS.

Cuando una empresa adquiere un nuevo equipo, luego de codificarlo lo primero que debe hacer es registrar las características técnicas mas relevantes que constan en la placa, manuales, o en cualquier información adicional, provista por el fabricante o por el vendedor.

SISMAC posee un módulo exclusivo para fichas técnicas, disponibles solamente para los niveles de sistemas, equipos, componentes, y elementos. A cada ítem se puede asignar hasta 99999 fichas técnicas.

### PARAMETROS DE FICHAS TECNICAS.

Para ingresar a parámetros de fichas técnicas, el usuario en la pantalla principal del programa debe dar un clic primero en el ícono "Fichas Técnicas" y luego un clic en el ícono "Parámetros".

Lo primero que se debe hacer para trabajar con el módulo de fichas es crear o diseñar las fichas y para ello se requiere llenar todas las tablas de definiciones de fichas. A continuación se presenta una lista de todas las tablas necesarias:

- Tablas de definiciones de magnitudes.
- Tablas de definiciones de unidades.
- Tablas de definiciones de características.
- Tablas de definiciones de texto validado.

#### Tabla de definiciones de magnitudes.

Teniendo claro el concepto de lo que es una magnitud, uno de los primeros trabajos es declarar los nombres de las magnitudes con las que se va a trabajar, por ejemplo: tiempo, volumen, longitud.

Al crear una nueva magnitud, ingresaremos su descripción o nombre; y, declararemos una unidad patrón, que servirá de base para los factores de conversión entre diferentes unidades de la magnitud.

Entre las principales opciones de esta tabla tenemos:

- Nuevo: Permite ingresar una nueva magnitud.
- Editar: Para cambiar el código o la descripción de una magnitud existente.
- Eliminar: Permite eliminar una magnitud ya ingresada.
- Impresión: Permite obtener un reporte impreso del banco de magnitudes.

#### Tabla de definiciones de unidades.

Ingresada la tabla de magnitudes, se debe declarar para cada magnitud las unidades en que se mide dicha magnitud, por ejemplo, longitud se mide en pulgadas, metros, centímetros, pies, etc. Además debemos fijar una unidad patrón y sus respectivos factores de conversión entre la unidad patrón y las demás unidades declaradas.

Al ingresar una nueva unidad, la información obligatoria requerida es su código y su descripción, y la información opcional es el factor de corrección respecto a la unidad patrón.

Entre las principales opciones de esta tabla tenemos:

- Nuevo: Permite ingresar una nueva unidad.
- Editar: Para cambiar el código o la descripción de una unidad existente.
- Eliminar: Permite eliminar una unidad ya ingresada.
- Factor de conversión: Para ingresar el factor de conversión de cada unidad respecto a la unidad patrón.
- Impresión: Permite obtener un reporte impreso del banco de unidades.

#### **Tabla de definiciones de campos varios.**

Campos varios son características que se desean estandarizar y elaborar un banco de las mismas, por ejemplo: forma, colores, combustibles, etc.

Al ingresar un nuevo campo vario, la única información obligatoria requerida es su descripción.

Entre las principales opciones de esta tabla tenemos:

- Nuevo: Permite ingresar un nuevo campo vario.
- Editar: Para cambiar el código o la descripción de un campo vario existente.
- Eliminar: Permite eliminar un campo vario ya ingresado.
- Impresión: Permite obtener un reporte impreso del banco de campos varios.

#### **Tabla de definiciones de campos validados.**

Una vez ingresado el banco de campos varios, se debe ingresar el banco de campos validados para cada uno de los campos varios, por ejemplo, los campos validados del campo vario llamado combustibles serán: diesel, gasolina, búnker, etc.

Al ingresar un nuevo campo validado, la única información obligatoria requerida es su descripción.

Entre las principales opciones de esta tabla tenemos:

- Nuevo: Permite ingresar un nuevo campo validado.
- Editar: Para cambiar el código o la descripción de un campo validado existente.
- Eliminar: Permite eliminar un campo validado ya ingresado.
- Impresión: Permite obtener un reporte impreso del banco de campos validados.

#### **Creación de fichas.**

Luego de haber declarado todas las tablas de definiciones, se puede proceder a crear fichas técnicas. Cabe acotar que fichas existen únicamente para los niveles de sistemas, equipos, componentes y elementos.

La información requerida previo al diseño de una ficha es: nivel jerárquico, código de departamento, y nombre de la ficha.

Entre las principales opciones de esta tabla tenemos:

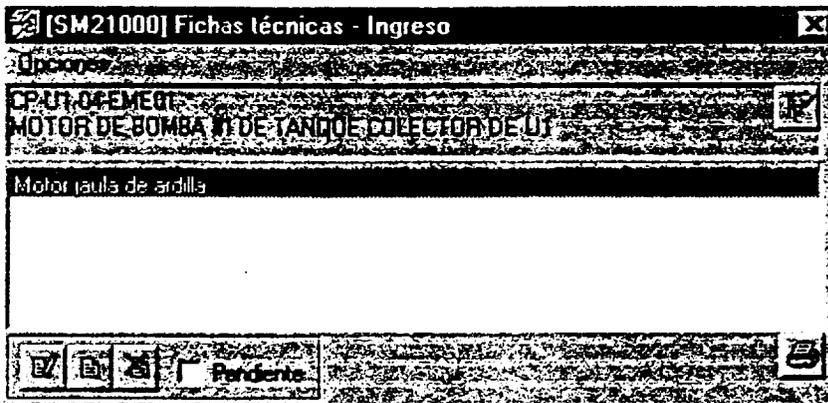
- Nuevo: Permite ingresar el nombre de una nueva ficha.
- Editar: Para cambiar el nombre de una ficha existente.
- Eliminar: Permite eliminar una ficha ya creada.
- Impresión: Permite obtener un reporte impreso del banco de fichas.
- Diseño de fichas: Permite diseñar una ficha luego de que se le ha dado un nombre.

## INGRESO DE FICHAS TECNICAS.

Para acceder a ingreso de fichas técnicas, el usuario en la pantalla principal del programa debe dar un clic primero en el ícono "Fichas Técnicas" y luego un clic en el ícono "Ingreso".

### Asignación de fichas a sistemas, equipos, componentes y elementos.

Después de que se han diseñado las fichas, el siguiente paso es asignar las mismas a los diferentes sistemas, equipos, componentes y elementos, luego de lo cual se procede a ingresar los valores de cada uno.



El primer paso es ubicarse en el sistema, equipo, componente o elemento al cual se ha de asignar la ficha, damos clic en el ícono "seleccionar ítem" .

Una vez posicionados en el ítem se procede a la asignación de la ficha dando un clic en el ícono "nuevo" .

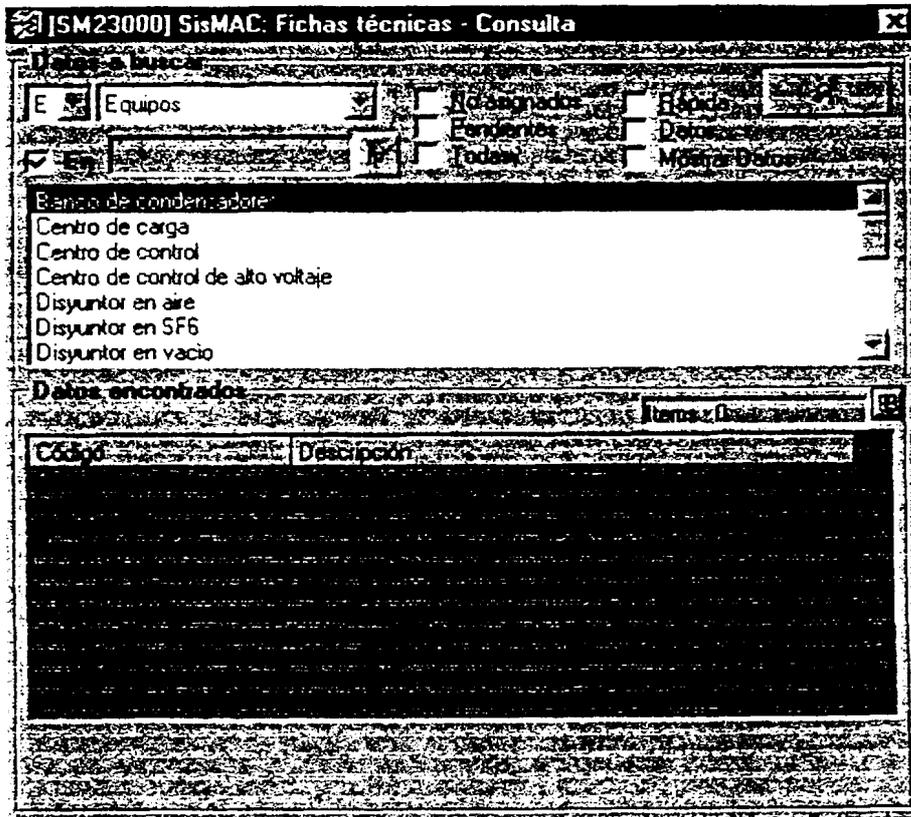
Se nos presenta un banco de fichas previamente diseñadas (ej: banco de fichas eléctricas), del banco se debe seleccionar todas las fichas que requiere el ítem en el que se está posicionado. Salimos de la pantalla de selección y en la nueva pantalla damos un clic en el ícono "editar" , luego de lo que SISMAC presenta la ficha vacía, lista para que se ingresen los datos.

## CONSULTA DE FICHAS TECNICAS.

Para acceder a consulta de fichas técnicas, el usuario en la pantalla principal del programa debe dar un clic primero en el ícono "Fichas Técnicas" y luego un clic en el ícono "Consulta".

### Búsquedas y reportes de fichas.

Cuando queremos determinar en qué parte de la planta se encuentra un sistema, equipo, componente o elemento de ciertas características, la opción de búsquedas del módulo de fichas técnicas es una herramienta muy útil.



Hay varios aspectos bajo los cuales se puede buscar:

- Nivel jerárquico: Determinar a qué nivel se desea buscar (sistemas, equipos, componentes, o elementos).
- Familia de equipo: Determinar dentro de qué familia de equipos se va a buscar (E: Eléctrico, M: Mecánico, etc.).
- Ficha técnica: Seleccionados los dos aspectos anteriores, SISMAC presenta el banco de fichas que posee para el nivel y familia seleccionados, y elegimos una ficha bajo la que vamos a buscar.
- Seleccionada la ficha bajo la que se va a realizar la búsqueda, existen algunas alternativas de búsqueda:
  - Sin condiciones.
  - No asignados.
  - Pendientes.
  - Todas.
  - Rápida.
  - Datos.
  - Mostrar datos.



Finalmente se da un clic en el icono "buscar" , y el sistema nos mostrará todos los datos encontrados. Tenemos la opción de ampliar la pantalla con el ícono .

## LISTA BASICA DE RECAMBIOS.

En una planta industrial con una gran cantidad y variedad de equipos siempre se invierte bastante tiempo cuando uno de esos equipos y se necesita un repuesto o material de la bodega.

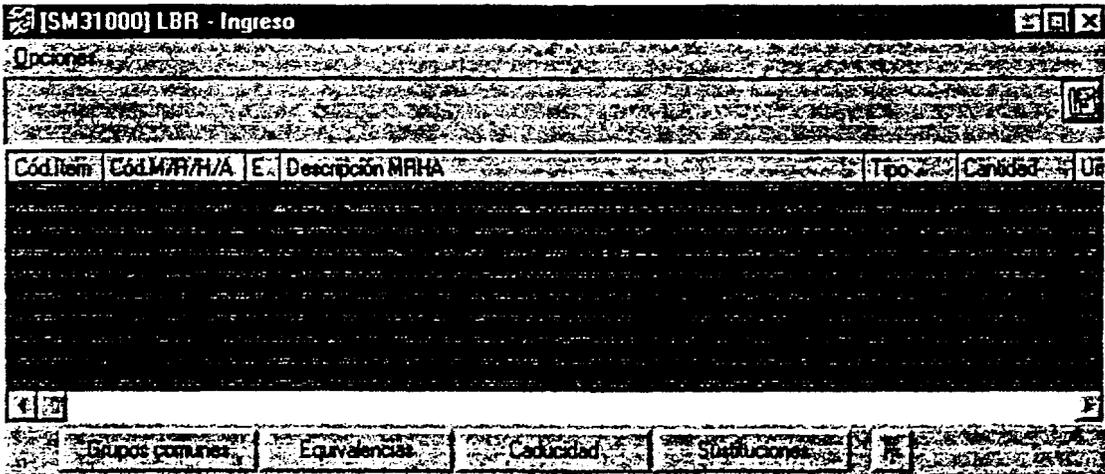
Entonces es necesaria una herramienta informática que ligue los repuestos y materiales que posee una empresa en sus bodegas para cada uno de sus equipos, y esta herramienta que posee el SISMAC es el módulo de Lista Básica de Recambios (LBR).

Hay que tener en cuenta que SISMAC tiene Lista Básica de Recambios solo para tres niveles jerárquicos: equipos, componentes, y elementos. Esta opción además permite crear equivalencias entre repuestos y materiales de bodega y dar valores de caducidad a los ítems de bodega.

Este módulo trabaja a nivel de interfase con cualquier programa de bodega existente.

### INGRESO LISTA BASICA DE RECAMBIOS (LBR).

Para acceder a ingreso de lista básica de recambios, el usuario en la pantalla principal del programa debe dar un clic primero en el ícono "Lista Base de Recambios" y luego un clic en el ícono "Ingreso".



Seleccionamos el equipo, componente o elemento al cual se va a asignar el ítem (material, repuesto, herramienta) desde bodega haciendo clic en el ícono "seleccionar ítem" .

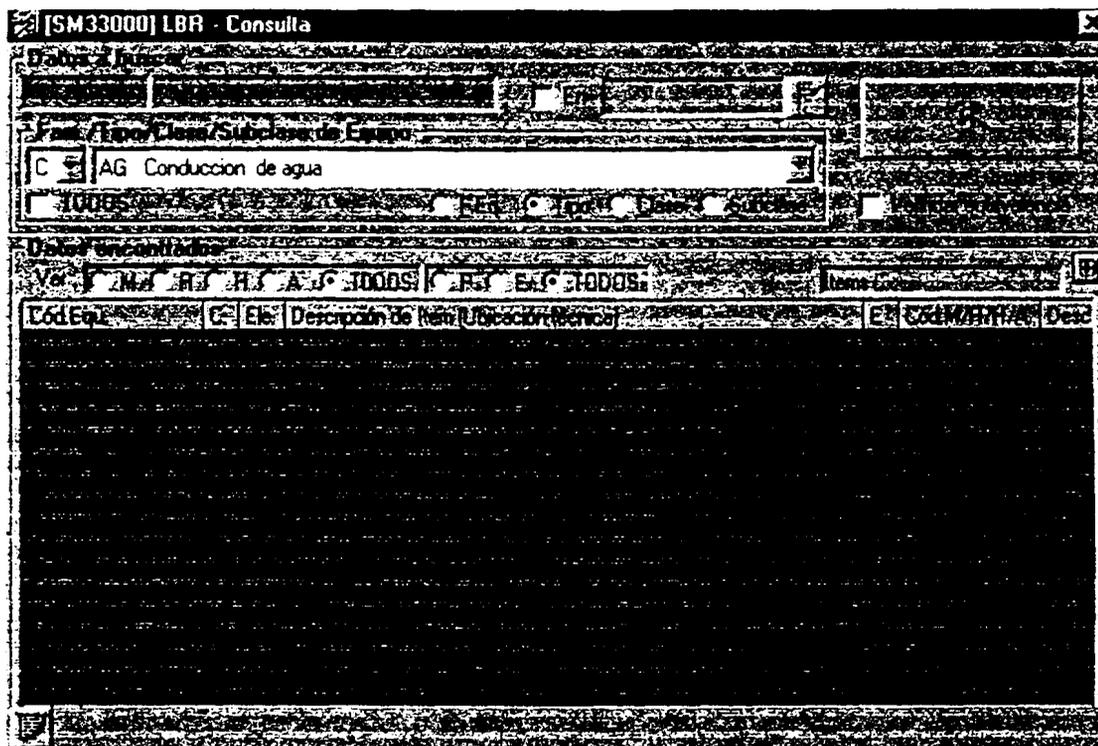
Luego seleccionamos la opción "Editar" , y en la pantalla que aparece seleccionamos la opción "Agregar" , y SISMAC presenta otra pantalla que permite buscar por código o por descripción un ítem en bodega.

Ejecutamos la búsqueda del ítem requerido, damos un clic en el ítem que corresponda y ejecutamos la opción "seleccionar" . Luego de haber seleccionado todos los ítems requeridos para el equipo en que nos ubicamos, salimos de las pantallas de búsqueda.

Definimos si se trata de un repuesto, material o herramienta y si es principal o equivalente, e ingresamos la cantidad requerida.

### CONSULTAS LISTA BASE DE RECAMBIOS.

Para ingresar a consultas de lista básica de recambios, el usuario en la pantalla principal del programa debe dar un clic primero en el ícono "Lista Base de Recambios" y luego un clic en el ícono "Consulta".



En esta pantalla se pueden realizar consultas tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Código y/o descripción en bodega.
- En qué localización, instalación, sistema, equipo, componente o elemento se desea visualizar su LBR.
- Códigos de familia, tipo, clase y subclase de equipo.
- Otro aspecto es cuando se desea buscar materiales, repuestos, o herramientas.
- Otro filtro de búsqueda es si el material, repuesto o herramienta es principal o equivalente.

### Equivalencias entre materiales.

Para acceder a esta herramienta debemos estar dentro de ingreso lista base de recambios.

Esta herramienta permite crear equivalencias entre repuestos o materiales para ejecutar el mantenimiento, para crear estas equivalencias el usuario debe dar un clic en el ícono "Equivalencias".

Primero buscamos en el maestro de bodega los ítems que son equivalentes, y una vez ubicado el material lo debe agregar listado de ítems equivalentes.

#### **Caducidad de materiales.**

Para acceder a esta herramienta debemos estar dentro de ingreso lista base de recambios.

Existen ciertos materiales y repuestos que luego de ser instalados en un equipo, trabaje o no trabaje el equipo deben ser cambiados. Alguna vez hemos escuchado la frase: cambiar luego de 5000 Km o 36 meses lo que ocurra primero; la caducidad la representan los 36 meses. Para ingresar el valor de caducidad se debe dar un clic en el ícono "Caducidad".

Primero buscamos en el maestro de bodega el ítem al cual se va a ingresar su valor de caducidad, y una vez ubicado el material se da un clic en el ícono "editar" , para luego ingresar el valor de caducidad en semanas.

#### **Sustitución de materiales ya asignados.**

Para acceder a esta herramienta debemos estar dentro de ingreso lista base de recambios.

Esta herramienta permite reemplazar un material o repuesto asignado a diferentes equipos por otro. Un ejemplo es cuando en una planta se ha venido trabajando con un aceite de marca A y se ha decidido reemplazarlo por otro de marca B, para realizar la sustitución se debe dar un clic en el ícono "Sustituciones".

En esta pantalla se debe ingresar el código del material o repuesto en bodega que se va a dejar de usar (Sustituir) y el material o repuesto que lo va a sustituir (Por).

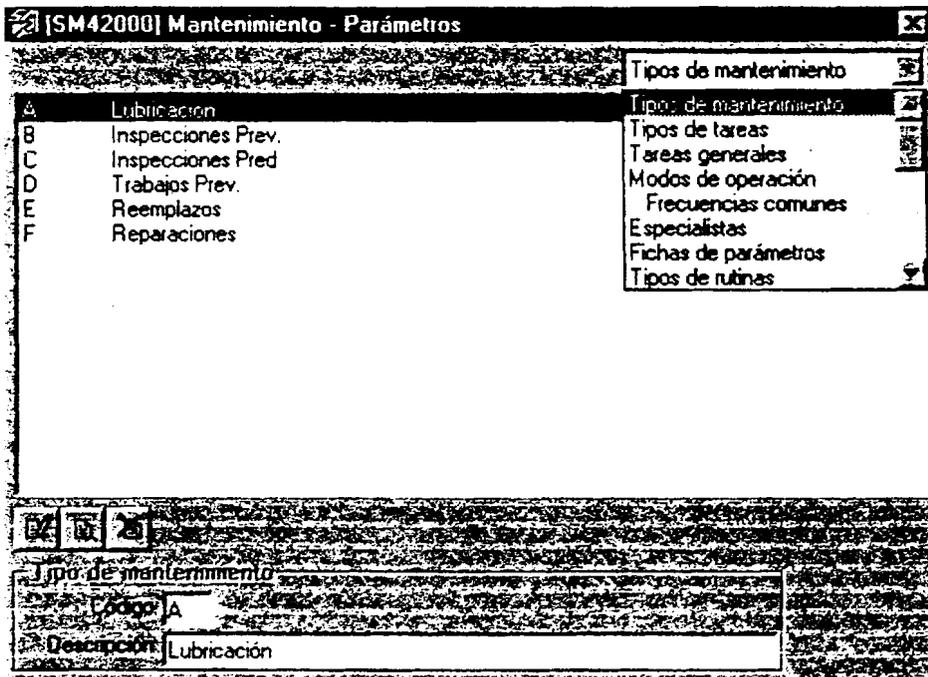
## MANTENIMIENTO.

Para poder trabajar con el módulo de Mantenimiento existen dos requisitos previos:

- Haber creado el banco de familias, tipos, clases y subclases de equipos (Parámetros de Inventario).
- Tener el inventario técnico de las instalaciones a ser mantenidas hasta el nivel de equipos (Ingreso de Inventario).

### PARAMETROS DE MANTENIMIENTO.

Para ingresar a parámetros de mantenimiento, el usuario en la pantalla principal del programa debe dar un clic primero en el icono "Mantenimiento" y luego un clic en el icono "Parámetros".



Los parámetros que deben ser llenados por el usuario son:

- Tipos de mantenimiento.
- Tipos de tareas.
- Tareas generales.
- Modos de operación.
- Frecuencias comunes.
- Especialistas.
- Fichas de parámetros.
- Tipos de rutinas.
- Rutinas.

- Formatos de rutina.
- Tipos de orden de trabajo.
- Tipos específicos.
- Motivos de parada.
- Motivos específicos.
- Motivos de falla.
- Tipos de falla.
- Motivos de retraso.
- Motivos de trabajo.
- Motivos específicos.
- Tipos de justificación (horas hombre).
- Tipos de horas extras.
- Documentos Mtto.

### **Tipos de Mantenimiento.**

Ingreso a MANTENIMIENTO-PARAMETROS, y en la ventana color amarillo escojo TIPOS DE MANTENIMIENTO.

Son códigos de familias de tareas de mantenimiento que permiten clasificar o agrupar tareas de mantenimiento. Existen seis tipos de mantenimiento en el sistema:

- A Lubricación
- B Inspecciones Prev.
- C Inspecciones Pred.
- D Trabajos Prev.
- E Reemplazos
- F Reparaciones

Podemos crear un nuevo tipo de mantenimiento con su respectivo código y descripción; editar el código y/o la descripción de uno ya existente; o, eliminar el código y la descripción de un tipo de mantenimiento existente.

### **Tipos de Tareas.**

Ingreso a MANTENIMIENTO-PARAMETROS, y en la ventana color amarillo escojo TIPOS DE TAREAS.

Son las tareas que se agrupan dentro de un determinado tipo de mantenimiento. El tipo de tarea es uno de los campos obligatorios al momento de ingresar una nueva tarea de mantenimiento en el banco de tareas.

Podemos crear un nuevo tipo de tarea con su respectivo código y descripción; editar el código y/o la descripción de uno ya existente; o, eliminar el código y la descripción de un tipo de tarea existente.

### **Tareas generales (Banco de tareas). Crear una nueva tarea.**

Ingreso a MANTENIMIENTO-PARAMETROS, y en la ventana color amarillo escojo TAREAS GENERALES.

Esta opción permite al usuario crear el banco de tareas para cada tipo, clase y subclase de equipo existente (Parámetros de Inventario).

Luego elijo:

- Tipo de mantenimiento en que se encasilla. Ej: A Lubricación  
B Inspecciones Prev.
- La familia de equipos a la que pertenece. Ej: M Equipos Mecánicos  
E Equipos Eléctricos
- El tipo, clase o subclase de equipo para el que se va a crear la tarea. Ej:  
ME Motor eléctrico  
BB Bomba

Ahora si hago clic en el ícono de Nuevo y creo la nueva tarea con su respectivo código, tipo y descripción.

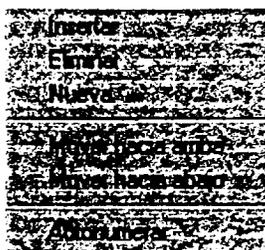
De igual manera podemos editar el código y/o la descripción de una tarea general ya existente; o, eliminar el código y la descripción de una existente.

Aquí también se puede ingresar instrucciones de cómo ejecutar la tarea.

### Instrucciones de tareas.

Dentro de la pantalla de tareas generales hacemos clic en el ícono "Instruccs", para poder ingresar los procedimientos o instrucciones de ejecución de cada tarea de mantenimiento.

Damos click en el ícono Editar, y luego damos clic con el botón derecho del mouse, presentándose un listado de opciones, incluida la opción "Nueva", con la que podemos ingresar una nueva instrucción.



A cada instrucción ingresada se le pueden añadir detalles, es decir una descripción mas específica y detallada de la instrucción; así como referencias gráficas, con las que una instrucción puede ser descrita a través de un gráfico o un video digital.

### INGRESO DE MANTENIMIENTO.

Para acceder a ingreso de mantenimiento, el usuario en la pantalla principal del programa debe dar un clic primero en el ícono "Mantenimiento" y luego un clic en el ícono "Ingreso".



---

**ANEXO C. COMPARACION DE LAS MATRICES ANTERIOR Y  
ACTUAL DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA PUCARA**

**MATRIZ ANTERIOR.**

**UNIDAD DE GENERACIÓN "PISAYAMBO HIDRO-PUCARÁ"**

INSTALACIÓN		DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS								
Nº	DESCRIPCION	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	PRESA  PSA	TCAMA DE CARGA	VERTEDERO	DEBAGOS DE FONDO	INSTRUMENTACION CIVIL	SEÑALES ELECTRICOS	ESTACION METEOROLOGICA	CERRAS CIVILES GENERALES		
		TC	VE	DF	IN	EL	EM	OC		
1	CONDUCCION Y DESCARGA DE AGUA  CDA	OBRA DE TOMA	TUNEL DE CARGA	TUBERIA DE PRESION	DESCARGAS	CAPTACIONES COMPLEMENTARIAS	CAMARA DE VALVULAS			
		OT	TC	TP	DC	CC	CV			
2	UNIDAD Nº 1  U01	TURBINA DE MAQUILA	GENERADOR	TRANSFORMADOR DE UNIDAD	VALVULA ESFERICA	REGULADOR DE VELOCIDAD	AGUA DE ENFRIAMIENTO	SISTEMA DE ENGRASE CENTRALIZADO		
		TH	GE	TU	VG	RV	AR	EC		
3	UNIDAD Nº 2  U02	TURBINA DE MAQUILA	GENERADOR	TRANSFORMADOR DE UNIDAD	VALVULA ESFERICA	REGULADOR DE VELOCIDAD	AGUA DE ENFRIAMIENTO	SISTEMA DE ENGRASE CENTRALIZADO		
		TH	GE	TU	VG	RV	AR	EC		
4	PATRO DE 138 KV  138	POSICION UNIDAD Nº 01	POSICION UNIDAD Nº 02	POSICION LINEA QUITO	POSICION LINEA AMBIATO	POSICION BARRA PRINCIPAL Y TRANSFERENCIA	OTROS			
		U1	U2	LQ	LA	BR	OT			
5	PATRO DE 138 KV  013	LINEA PISAYAMBO	LINEA CAMPAMENTO	ACOMODIDA CASA DE MAQUINAS	ACOMODIDA FEASA	ACOMODIDA UNIDAD DE EMERGENCIA	OTROS			
		LP	LC	CM	EE	UE	OT			
6	INSTALACIONES AUXILIARES COMPUES  IAC	AIRE COMPRIMIDO REGULACION	CORRIENTE CONTINUA	MANDO SINCRONIZACION	SERVICIOS AUXILIARES DE 120 V AC	LEVANTAMIENTO	SISTEMA CONTRAINCIDIOS	AIRE COMPRIMIDO DE ENGRASE Y FRENAO		
		AC	CC	MS	SA	LT	SC	AE		
7	INSTALACIONES SERVICIOS OPERAJES  IGN	UNIDAD DE EMERGENCIA	COMUNICACIONES	ACOMODACION MIENTO DE AIRE	SERVICIOS Y OTROS	PUENTE GRUA CASA DE MAQUINAS	VEICULOS	TALLERES	DRIZAJES	SISTEMA CONTRAINCIDIOS
		UE	CO	AA	SO	PG	VH	TL	DR	SC
8	INSTALACIONES CIVILES  ICV	DEPÓSITOS	CASA DE MAQUINAS	ACCESOS VIAS Y CARRETERAS	CAMPAMENTOS	OTROS				
		ED	CM	VA	CP	OT				

# MATRIZ ACTUAL.

## CENTRAL HIDROELECTRICA PUCARA - CP

INSTALACION		DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS									
No.	DESCRIPCION										
1	ALMACENAMIENTO DE AGUA AA	PISAYAMBO 01	TALATAG 02	QUILLOPACCHA 03	AGUALONGOPUNGO 04						
2	CONDUCCION Y DESCARGA CD	DESAGUE DE FONDO 01	TOMA DE CARGA 02	TUNEL DE CONDUCCION 03	CAMARA DE VALVULAS 04	TUBERIA DE PRESION 05	DESCARGA DE AGUA TURBINADA 06				
3	UNIDAD GENERACION 1 U1	CONTROL Y PROTECCION 01	TURBINADO 02	VALVULA ESFERICA 03	REGULACION DE VELOCIDAD 04	GENERACION 05	EXCITACION 06	ENFRIAMIENTO DE AGUA 07	BARRAS ENCAPSUL. Y TRANSFORMADORES 08	TRANSFORMACION 09	
4	UNIDAD GENERACION 2 U2	CONTROL Y PROTECCION 01	TURBINADO 02	VALVULA ESFERICA 03	REGULACION DE VELOCIDAD 04	GENERACION 05	EXCITACION 06	ENFRIAMIENTO DE AGUA 07	BARRAS ENCAPSUL. Y TRANSFORMADORES 08	TRANSFORMACION 09	
5	AUXILIARES COMUNES AC	LEVANTAMIENTO Y FRENADO 01	AIRE DE REGULACION 02	CORRIENTE CONTINUA 03	CONTRA INCENDIOS DE CO2 04	ALIMENTACION 220 VAC 05					
6	AUXILIARES GENERALES AG	ILUMINACION Y FUERZA 01	VENTILACION Y EXTRACCION DE AIRE 02	AIRE DE SERVICIOS 03	BOMBEAS DE AGOTAMIENTO 04	PUENTE GRUA Y MALACATE 05					
7	SERVICIOS GENERALES SG	COMUNICACIONES 01	GENERADOR DE EMERGENCIA 02	SUBESTACION DE 13.8 KV 03	DISTRIBUCION PUCARA 13.8 KV 04	LINEA DISTRIBUCION PISAYAMBO 05	CONTRA INCENDIOS 06				
8	OBRAS CIVILES OC	PISAYAMBO 01	PUCARA 02	VIAS Y CARRETERAS 03	CASA DE MAQUINAS 04	ESTACION METEOROLOGICA 05	EDIFICIO ADMINISTRATIVO 06	RESIDENCIA TECNICA 07	VILLA #1 08	VILLA #2 09	
		VILLA #5 12	VILLA #6 13	BODEGA 1 14	BODEGA 2 15	BODEGA 3 16	ESTACION DE GASOLINA 17	COMEDOR 18	GARITA DE CONTROL PUCARA 19	GARITA DE CONTROL PISAYAMBO 20	
9	TALLERES TA	TORNO 01	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS 02	PUENTE GRUA DEL TALLER 03	SOLDADORA A GASOLINA 04	CENTRIFUGADORA DE ACEITE 05					
10	MAQUINARIA Y VEHICULOS MV	TOYOTA HILUX TCM-505 01	TOYOTA LAND CRUISER TCN-178 02	FORD 350 03	TRACTOR D8K 04	CARGADORA 830 05	VOLQUETE GH 06				



## BIBLIOGRAFIA

1. J. Merizalde, "Manual de Mantenimiento del Generador de una Central Eléctrica con Generación Hidráulica" (Tesis, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Escuela Politécnica Nacional, 1992)
2. I. Carrasco, "Implementación de un Programa de Mantenimiento Asistido por Computador y Elaboración de Procedimientos de Mantenimiento para la Maquinaria de la Empresa General Pipe Service Incorporated" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2001)
3. Primer Congreso Internacional de Ingeniería en Mantenimiento, Guayaquil, octubre 28-30, 2002, "La Tercerización del Mantenimiento, por E.A. Bernal", 1992
4. Primer Congreso Internacional de Ingeniería en Mantenimiento, Guayaquil, octubre 28-30, 2002, "Introducción al Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, por Aladon LTD", 1999
5. Taller: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, Msc. Carlos Parra, 2002
6. Centrales Eléctricas; Teoría y Practica de las Plantas Generadoras Eléctricas Estacionarias.
7. Ramírez Vásquez José, Centrales Eléctricas, Biblioteca de la CEAC, 1985

## BIBLIOGRAFIA

1. J. Merizalde, "Manual de Mantenimiento del Generador de una Central Eléctrica con Generación Hidráulica" (Tesis, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Escuela Politécnica Nacional, 1992)
2. I. Carrasco, "Implementación de un Programa de Mantenimiento Asistido por Computador y Elaboración de Procedimientos de Mantenimiento para la Maquinaria de la Empresa General Pipe Service Incorporated" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2001)
3. Primer Congreso Internacional de Ingeniería en Mantenimiento, Guayaquil, octubre 28-30, 2002, "La Tercerización del Mantenimiento, por E.A. Bernal", 1992
4. Primer Congreso Internacional de Ingeniería en Mantenimiento, Guayaquil, octubre 28-30, 2002, "Introducción al Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, por Aladon LTD", 1999
5. Taller: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, Msc. Carlos Parra, 2002
6. Centrales Eléctricas; Teoría y Practica de las Plantas Generadoras Eléctricas Estacionarias.
7. Ramírez Vásquez José, Centrales Eléctricas, Biblioteca de la CEAC, 1985

8. Regulaciones del CONELEC.
9. <http://www.cenace.org.ec>
10. <http://www.conelec.org.ec>
11. <http://hidroagoyan.com>
12. <http://transelectric.com.ec>
13. [http://www.arrakis.es/~mpereira/Procesos/Central\\_Hidraulica.htm](http://www.arrakis.es/~mpereira/Procesos/Central_Hidraulica.htm)
14. [http://www.servic.cl/congreso\\_2001/presentaciones/e.ellmann.doc](http://www.servic.cl/congreso_2001/presentaciones/e.ellmann.doc)
15. <http://www.mantenion.com/articulos/rev1art4.php3>