

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRIQUEZ UREÑA**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**Escuela de Ingeniería Industrial**

**“DISEÑO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES DE LA  
EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DOMINICANA (ETED)”**



**Trabajo de Grado Presentado por:**

***Kenia Nairobi Mateo Batista***

***Esmerlin Enmanuel Sención Núñez***

**Para la obtención del grado de:  
Ingeniero Industrial**

**Santo Domingo, D.N.  
Septiembre 2009**

## **DEDICATORIA**

**A Dios**, por haberme dado la vida, porque siempre estas ahí, mi vida, mis logros, todo te lo debo a Ti. Gracias por darme tu amor y tu compañía, por ser mi amigo incondicional, GRACIAS.

**A mis padres**, Dios no pudo premiarme mejor, este trabajo de grado es suyo, fruto de su esfuerzo, de sus consejos, de su apoyo, los quiero y gracias por tanto amor. Me enseñaron que cuando se puede se quiere, parte de la promesa esta cumplida, porque este es solo el inicio de una larga fila de logros, los cuales alcanzaremos juntos.

**A mis hermanos**, por su amor incondicional, muy especialmente a Karina y a Eliana, las adoro, no las cambiaria por nada.

***Kenia Nairobi Mateo Batista***

## **DEDICATORIA**

**A Dios**, por ser todo para mí y permitirme lograr todas las metas que en tu nombre pongo. A ti me señoro por ser la luz de mi vida

**A mis padres Jorge y Carmen**, a ustedes por ser un modelo de firmeza y respecto, por su gran empeño en que sea una persona preparada para un futuro lleno de nuevos retos, por su amor y dedicación desde niño, por su entrega incansable y la forma de ver el mundo, gracias por ser parte de mi vida. Este es una meta también de ustedes, como ustedes siempre dicen es el inicio de una gran cadena de logros. Gracias por ser mis padres!!!

**A mi familia**, por ser una fuente motivadora en este paso de mi vida profesional.

**A mi hermanas Mary y Berquis**, por estar siempre a mi lado en los momentos de apoyo para lograr este objetivo.

***Esmerlin Enmanuel Sención Núñez***

## AGRADECIMIENTOS

**A Dios**, por darme tu amor y tu sabiduría, por acompañarme siempre.

**A esa persona importante**, gracias por ser mi amiga, mi apoyo, mi todo, no existiría sino es por ti. Siempre doy gracias a Dios por tenerte y se que esta felicidad la compartes conmigo, creo que solo te falta la toga y el birrete, este logro es tuyo. Te amo muchísimo *mami linda*.

**A mi papi**, por tus consejos, tu amor y enseñarme el significado y la importancia de los estudios.

**A mis hermanas**, Karina por ser un ejemplo a seguir, Eliana no imagino nada en mi vida donde no estés tu.

**A mi familia**, por su amor y apoyo (tío Pedro), gracias por estar siempre ahí.

**A Jonathan**, pocas personas me conocen como tu, eres un amigo espectacular, no sabes como me han servido tus consejos en momentos tan acertados. Siempre has estado ahí conmigo, gracias por tu cariño.

**Al Ing. Norbo Mateo**, lo conocí en un momento clave de mi vida, y desde entonces solo he recibido consejos y apoyo, gracias por tu amistad.

**A la ETED**, por permitir la realización del estudio de este trabajo de grado.

**A Armando Castillo**, por todo el apoyo brindado a mí y a mi familia, GRACIAS por siempre estar ahí.

**A los profesores,** por todos los conocimientos brindados, es invaluable su trabajo.

**Al Ing. Núñez,** en todo este tiempo fue más que el Director de mi escuela, fue mi maestro, mi asesor, mi amigo, GRACIAS.

**Al Ing. Manuel Pérez,** por asesorar nuestro trabajo de grado, por dedicarnos su tiempo y darnos su conocimiento.

**A mis amigas,** Yessica, Laura y Maria, gracias por todos esos momentos, gracias por su amistad.

**A Esmerlin,** por estar siempre dispuesto y paciente.

**A mis compañeros,** Samuel, Yessica, Rosario, Rosa, Esmerlin, hicieron que mi tiempo en la UNPHU fuera divertido, GRACIAS por su amistad.

**A Mónica,** siempre dispuesta a ayudarnos, tan comprometida con nosotros, me hiciste la vida más fácil, eres una excelente persona.

**A mis compañeros de trabajo,** Sugel, Cesar, Pedro, Alberto, Rodolfo, pero con mucho cariño a Darío y a Carlos (el compañero), porque más que compañeros de trabajo son buenos amigos.

***Kenia Nairobi Mateo Batista***

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi mami bella**, por tu amor incondicional, por tu apoyo, por ser más que una madre para mí, Dios no pudo premiarme mejor. GRACIAS por tu entrega en cuerpo y alma.

**A papi**, por ser el ejemplo a seguir, con amor y paciencia has hecho de mi lo que soy hoy.

**A Leanny**, por ser una amiga como pocas, por tu ayuda, tu comprensión y tu cariño, GRACIAS.

**Al Ing. Norbo Mateo**, por su gran dedicación y empeño en que este trabajo se realizara, por su tiempo, paciencia y entrega. Gracias!!!.

**Al Ing. Julio Núñez Gil**, por sus grandes e inteligentes consejos, Por estar siempre en disposición de ayudarnos en cualquier inquietud y necesidad, Por su apoyo incondicional para nuestra formación profesional.

**A la Empresa (ETED)**, por permitirnos realizar este trabajo de grado.

**Al Ing. Manuel Pérez**, por su gran apoyo y entrega a este trabajo, por aceptar asesorarnos y brindarnos sus enormes conocimientos.

**Al Ing. Francisco Martínez de la Cruz y a EDESUR**, por aportar sus conocimientos en la elaboración de este trabajo.

**A mis tias**, Luisa, Sofia, Leonidas y Zenaida.

**A mis Padrinos, Andrea y Joselo,** Por sus enormes consejos, su abnegada dedicación a mi formación educativa y personal.

**A mi compañera de Trabajo de Grado, Kenia,** por siempre estar en disposición de entrega a la realización del trabajo por ser una amiga alentadora, motivadora y trabajadora, gracias!!!

**A mis compañeros, Samuel, Yessica, Rosa, Rosario y Kenia** por estar siempre a mi lado durante estos años.

**A Samuel,** por todo tu apoyo manito eres un amigo especial lo sabes, por toda la motivación y respaldo que me diste.

**A Alexander** por todo tu respaldo en este proyecto manito aunque no estas aquí lo haces desde haya.

**A los profesores,** por todos los conocimientos brindados, es invaluable su trabajo.

**A Mónica,** por ayudarnos desde el inicio gracias por tu apoyo.

***Esmerlin Enmanuel Sención Núñez***

## INDICE

---

<b>Descripción</b>	
Agradecimientos y Dedicatoria	i
Índice	ii
<b>Capítulo I GENERALIDADES</b>	1
1.1. Introducción	1
1.2. Descripción del estudio	3
1.3. Justificación	3
1.4. Motivación	5
1.5. Objetivos	6
1.5.1. Objetivo general	6
1.5.2. Objetivos específicos	6
<b>Capítulo II LA EMPRESA</b>	7
2.1. Antecedentes del Sistema Eléctrico Nacional	7
2.2. Sistema Eléctrico Nacional Interconectado Actual	11
2.3. Estructura Actual del Sector Eléctrico Dominicano	12
2.3.1. Comisión Nacional de Energía (CNE)	12
2.3.2. Superintendencia de Electricidad (SIE)	13
2.3.3. Organismo Coordinador (OC)	13
2.4. Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE)	15
2.5. Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED)	15
2.6. Pensamiento Estratégico	17
2.6.1. Misión	17
2.6.2. Visión	17
2.6.3. Valores	17
2.7. Estructura funcional de la ETED	18
2.8. Dirección de Mantenimiento de Subestaciones	20
2.8.1. Función	20
<b>Capítulo III MARCO CONCEPTUAL</b>	22
3.1. Antecedentes del problema	22

3.2. Importancia del problema	24
3.3. Planteamiento del problema	24
3.3.1. Alcance y límites del problema	24
3.3.2. Formulación del problema	25
<b>Capítulo IV MARCO TEÓRICO</b>	26
4.1. Función y componentes de una subestación	26
4.1.1. Instalación Eléctrica	26
4.1.2. Subestación	26
4.1.3. Componentes de una subestación	27
4.1.4. Protecciones	43
4.2. Mantenimiento	45
4.2.1. Definición	45
4.2.2. Fuentes de fallas en una máquina	46
4.2.3. Mantenimiento por descompostura	48
4.2.4. Mantenimiento preventivo	48
4.2.5. Mantenimiento predictivo	50
4.2.6. Mantenimiento correctivo	50
4.2.7. Mantenimiento basado en la confiabilidad (MBC)	51
4.2.8. Gestión de Análisis de Mantenimiento	52
4.3. Seguridad	53
4.3.1. Equipo de protección personal básico	54
<b>Capítulo V METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION</b>	62
5.1. Tipo de Estudio	62
5.2. Tipo de investigación	62
5.3. Tipo de razonamiento	62
5.3.1. Método inductivo	62
5.3.2. Método deductivo	63
5.4. Metodología empleada para la recolección de datos	64
5.4.1. Instrumentos de la investigación	64

<b>Capítulo VI TRABAJO DE CAMPO</b>	65
6.1. Levantamiento de información	65
6.1.1. Visita a la Dirección de Operaciones del Sistema (DOS)	65
6.1.2. Visita a la Dirección de Mantenimiento de Subestaciones	65
6.1.3. Visita a la Dirección Administrativa	66
6.1.4. Visita a las Subestaciones	66
6.1.5. Participación en la elaboración del BSC 2009 de la Dirección de mantenimiento de Subestaciones.	67
6.2. Observación	67
6.3. Analisis	67
6.4. Piezas de respuestos	68
6.5. Flujo de la información	70
6.6. Estructura Orgánica Departamento de Coordinación Técnica	70
6.6.1. Funciones	72
6.7. Discusion	75
 <b>Capítulo VII RESULTADOS FINALES</b>	 76
7.1 Recomendaciones	76
 <b>Capítulo VIII CONCLUSIONES</b>	 79
 <b>BIBLIOGRAFIA</b>	 80
<b>ANEXOS</b>	82
1. Balance Económico enero-junio 09 de la Dirección de Mantenimiento de Subestaciones	83
2. Balanced Scorecard de la Dirección de Mantenimiento de Subestaciones	84
3. Estrategias resultado del taller de Planificación Estratégica	87
4. Lista de subestaciones de ETED	88
5. Materiales básicos para la ejecución de los mantenimientos	89
6. Imágenes	90
 <b>GLOSARIO</b>	 92

## **Capítulo I: Generalidades**

### **1.1. Introducción.**

La dinámica social impone el uso intensivo del capital humano, económico y de todos los equipos y herramientas que intervienen en los procesos de producción de bienes y servicios; este uso continuo y las demandas cada vez más exigentes de los clientes finales obliga a que periódicamente se revisen los medios y métodos de trabajos, así como los equipos y herramientas para garantizar eficiencia y calidad.

Por esto las naciones del primer mundo, han debido su crecimiento a la capacidad de producción de sus industrias, no importa su naturaleza, y este gran volumen de producción de bienes y servicios cuentan con un elemento imprescindible dentro de la cadena de materias primas: la energía eléctrica. Este importante servicio, por su trascendencia en todas las actividades que realiza el hombre moderno, adquiere la categoría de imprescindible para la sostenibilidad del desarrollo en el tiempo.

Para que un país tenga un desarrollo sostenible es necesario contar con energía eléctrica en la cantidad necesaria y a precios razonables.

La República Dominicana no está ausente del escenario que supone la interacción económica con el mundo exterior, ni la interrelación con los actores directos del desarrollo.

En tal sentido, el Sector Eléctrico Dominicano es un agente catalizador de los cambios a los que la globalidad económica nos empuja, para lo cual la Empresa de

Transmisión Eléctrica Dominicana, ETED, precisa de un sistema eficiente de mantenimiento a sus subestaciones.

Los Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP), tienen varios componentes y cada uno con características singulares, y éstos forman parte importante de todo el Sistema, cumpliendo cada uno con sus funciones específicas, diferentes de los demás componentes, pero importantes para el buen funcionamiento del mismo, tanto en condiciones de calidad como de continuidad en el servicio.

Uno de estos componentes es la subestación, cuya función es la de interconectar circuitos entre sí, con las mismas características de potencia, pero regulando relaciones de transformación de voltaje y corriente.

## **1.2. Descripción del Problema:**

La sistematización de los procesos es de vital importancia en las organizaciones que miden su desempeño en base a resultados y costos, por tal razón, abordaremos la falta de documentación, sistematización y registro estadístico de los Procesos de Mantenimiento a las Subestaciones de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana, ETED.

Por lo tanto, este trabajo tiene el objetivo de diseñar un Sistema de Mantenimiento a las Subestaciones de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana, ETED, para disminuir la cantidad de intervenciones y el tiempo de duración de las mismas, así como la calidad de los mantenimientos realizados. De modo que se programen eficientemente los mantenimientos, de tal forma que en la mayoría de los casos sea posible un mantenimiento simultaneo a ambas puntas, que se cumpla con el tiempo promedio que dura un mantenimiento que es de dos a cuatro horas, si se realiza efectivamente de forma que el mismo sea tan confiable que se reduzcan las famosas averías repetidas.

## **1.3. Justificación del Tema:**

**La ETED**, es una Empresa descentralizada propiedad del Estado Dominicano que surge a partir de la segmentación del sector eléctrico producto de la capitalización de la Corporación Dominicana de Electricidad mediante la Ley General de Reforma de la Empresa Pública No. 141-97 de fecha 24 de junio del año 1997, teniendo su marco legal en la Ley General de Electricidad No. 125-01 de fecha 26 de julio del año 2001, que regula todos los aspectos relativos a la producción, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica en la República Dominicana.

A estos fines, el Poder Ejecutivo mediante el decreto No. 629-07 de fecha 2 de noviembre del año 2007, crea con fecha de efectividad a partir del primero de enero del 2008, La Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (**ETED**) con autonomía presupuestaria y personería jurídica propia, según lo establece la Ley General de Electricidad, cuya responsabilidad es la operación, mantenimiento y administración de todas las redes de alta tensión, subestaciones, equipos, maquinarias, sistemas de transmisión de electricidad, bienes, muebles e inmuebles transferidos desde la **CDEEE**.

Este hecho marca un nuevo hito en la historia del Sistema de Transmisión Nacional, y representa un gran reto para el equipo ejecutivo y la fuerza laboral de la organización, ya que debe construir, operar y mantener de forma auto sostenible las redes y subestaciones, requeridas para brindar un servicio eléctrico de calidad y a precio razonable, como demandan la población y los sectores productivos de la República Dominicana.

La empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED), es la responsable de transportar la energía eléctrica en alta potencia a todo el territorio nacional, por consiguiente, su actividad de transmisión implica una enorme cantidad de sub-actividades, cuya eficiencia y calidad dependen de la forma en como se realicen éstas últimas.

Por lo que la trascendencia de este proyecto radica en el Diseño de un Sistema de Mantenimiento a las Subestaciones de la ETED, que le permita brindar su servicio con rentabilidad, calidad y en el menor tiempo posible, de tal forma que podamos cumplir con el compromiso que tenemos con el país.

#### **1.4. Motivación**

El mundo organizacional de hoy se fundamenta en la gestión basada en procesos; entendiendo éstos como una secuencia de actividades orientadas a generar un valor añadido sobre una entrada para conseguir un resultado, o salida que a su vez satisfaga los requerimientos del Cliente.

Con esto lo que queremos es contribuir al mejoramiento de la capacidad organizacional de la gestión del Sistema de Mantenimiento a las Subestaciones de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana

Todo esto nos indujo al desarrollo de este tema como forma de integrar todos los conocimientos adquiridos resumidos en un sistema de vital importancia para la ETED y para el país.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General:**

Diseñar un Sistema de Mantenimiento de Subestaciones para la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED)

### **1.5.2. Objetivos Específicos:**

- Definir la función y componentes de una subestación.
- Identificar los tipos de Mantenimiento de Subestaciones.
- Establecer las medidas de seguridad para que un equipo sea intervenido.
- Planificar y programar el mantenimiento.
- Elaborar un Manual de Procedimientos generales

## **Capítulo II: La Empresa**

### **2.1 Antecedentes del Sistema Eléctrico Nacional**

En el año 1896 la República Dominicana entra en la era del progreso con el establecimiento de un sistema de alumbrado público para las calles y hogares de la ciudad de Santo Domingo. La iniciativa se debió a la gestión gubernativa del dictador Ulises Heureaux, a quien le corresponde el honor de haber sido el primer mandatario dominicano con visión de progreso, lo que implicaba la utilización de la energía eléctrica, todavía incipiente en aquel entonces. Con el Decreto N° 3636, se crea un impuesto especial denominado “Alumbrado de la Ría Ozama” para sostener una planta generadora de energía eléctrica en la Fortaleza de la capital.

En 1928 la empresa norteamericana Stone and Wester con autorización del Estado crea la Compañía Eléctrica de Santo Domingo, C. por A., la cual quedo encargada de generar, construir, rehabilitar y extender las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica.

En el año 1954 el Congreso Nacional aprobó la Ley N° 4018 que declaró de alto interés nacional la adquisición por el Estado de las compañías que entonces producían, transmitían y distribuían electricidad al público en general. A finales de este año el sistema energético estaba formado por tres principales fuentes generadoras a saber: Plantas Térmicas, Plantas Hidroeléctricas, y Plantas Diesel. Este sistema tripolar era administrado por la Compañía Eléctrica de Santo Domingo (CESD).

En el año 1955, el Gobierno Dominicano adquirió la Compañía Eléctrica de Santo Domingo, y mediante el Decreto N° 555 de fecha 16 de enero de 1955, se creó la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), netamente nacional, a la cual se le asignó la responsabilidad de mantener, extender y generar toda la energía eléctrica del país.

A los fines de crear un marco jurídico que regulara el sector eléctrico, en fecha 21 de abril de 1955 el Congreso Nacional aprobó la Ley Orgánica de la Corporación Dominicana de Electricidad (Ley N° 4115) que le otorgó jurisdicción y autonomía a esa corporación para ejercer, de manera exclusiva, la autoridad eléctrica en el todo territorio de la República Dominicana.

Las actividades de la CDE se mantuvieron por mas de 44 años, hasta el año 1999, durante ese período la viabilidad financiera de la empresa podía darse estableciendo costos de generación, transmisión, distribución y comercialización, como una especie de cadena, donde cada uno de estos costos iba a formar un componente del precio total de la electricidad, lo que solo se podía controlar como monopolio natural sin fines de lucro.

Tras sucesivas modificaciones a la Ley No. 4115, en el año de 1966 se promulgó la Ley Orgánica de la Secretaría de Estado de Industria y Comercio N° 290-66, la cual creó una instancia superior a la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), Secretaría de Estado que quedó encargada de la política energética del país.

Posteriormente, mediante decreto del Poder Ejecutivo N° 584 del 1979, se creó **la Comisión Nacional de Políticas Energéticas (Coener)** la cual bajo la dirección de la Secretaría de Estado de Industria y Comercio se le atribuyeron las funciones de delinear y proponer al Poder Ejecutivo los programas de inversión requeridos para la generación de energía.

En aras de incentivar el desarrollo del sector energético, en el año 1990 se promulgó la Ley 14-90 sobre Incentivo al Desarrollo Eléctrico Nacional. Con esta ley, se procuraba fomentar y estimular la generación de energía a través del establecimiento de incentivos y amnistías fiscales a las empresas que se dedicaren a la producción de energía eléctrica. Con esta Ley se inicia la instalación de plantas eléctricas promovidas por el Sector Privado: Estrella del Mar, instalada en las riveras del Río Ozama, en el 1989 y el ciclo combinado Smith & Enron, en Puerto Plata, en el 1994.

En el año 1992 fue derogada La Ley 14-90 sobre Incentivo al Desarrollo Eléctrico Nacional, con la promulgación de la Ley 11-92 que creó el Código Tributario. En este mismo año de 1992, se inició el proceso de reestructuración de la Corporación Dominicana de Electricidad, cuando el gobierno dominicano promovió conversaciones con organismos internacionales, para diseñar un proyecto de Reforma y Reestructuración del Sistema Eléctrico Dominicano. Como resultado de estas conversaciones y posteriores trabajos, el día 27 de diciembre del año 1993, el Presidente de la República introdujo al Congreso Nacional el Proyecto de Ley General de Electricidad.

Sin embargo, las modificaciones introducidas por el Congreso Nacional alteraron aspectos fundamentales de la nueva visión que se pretendía dar al mercado eléctrico.

En vista de la imposibilidad material de conformar un proyecto de ley acorde con los intereses de todas las partes que conforman el Sistema Eléctrico Dominicano, para el año 1997, el gobierno dominicano inició el proceso de reestructuración del Sector Eléctrico en conjunto con otras empresas estatales. A estos fines, fue promulgada la Ley General de la Reforma de la Empresa Pública No.141-97, marco legal que sirvió de base para la capitalización de la Compañía Dominicana de Electricidad (CDE), el Consejo Estatal del Azúcar (CEA) y la Corporación Dominicana de Empresas Estatales (Corde).

Para los efectos de la capitalización establecida en la Ley N° 141-97, se crearon cinco nuevas empresas a partir del aporte de los activos de propiedad de la CDE. Dos de estas empresas están dedicadas a la actividad de generación de electricidad (Empresa Generadora de Electricidad Itabo y Empresa Generadora de Electricidad Haina). Las otras tres empresas se dedican a la distribución de electricidad (Empresa Distribuidora de Electricidad del Norte, Empresa Distribuidora de Electricidad del Este y Empresa Distribuidora de Electricidad del Sur). Cada una de estas empresas recibió de la CDE los activos que estaban afectados a las actividades asignadas a estas nuevas empresas, cuando funcionaban como parte de la única unidad corporativa de la CDE. Todos los demás activos, incluyendo los de transmisión y generación hidroeléctrica quedaron a cargo de la CDE.

Para el año 1997, como consecuencia de no contar con una Ley General de Electricidad actualizada, fue necesario utilizar la legislación vigente para establecer el marco regulatorio que regiría las empresas capitalizadas. A los fines de complementar la falta de una legislación eléctrica adecuada, mediante Decreto No. 118-98 se creó la **Superintendencia de Electricidad**, bajo la dependencia de la Secretaría de Estado de Industria y Comercio.

El 26 de Julio de 2001 el poder ejecutivo promulga la Ley N° 125-01, que estableció un marco regulatorio del sector eléctrico el cual rige lo referente a la producción, transmisión, distribución y comercialización de electricidad y las funciones de los organismos del Estado relacionados con estas materias. Esta ley reconoce la importancia del sector privado en las actividades de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica, persiguiendo con esto la expansión del sector y una mayor eficiencia en el servicio, al tiempo que reserva para el Estado la función reguladora del sector.

La ley tiene como objetivo básico, promover y garantizar la oportuna oferta de electricidad que requiera el desarrollo del país, promover la participación privada en el desarrollo del sector, promover una competencia en todas aquellas actividades del sector, regular los precios, velar porque el suministro y la comercialización de la electricidad se efectúen con criterios de neutralidad, sin discriminación y asegurar la protección de los derechos de los usuarios y el cumplimiento de sus obligaciones.

## 2.2 Sistema Eléctrico Nacional Interconectado Actual

El Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SENI) actual esta formado por el conjunto de instalaciones de unidades eléctricas generadoras, líneas de transmisión, subestaciones eléctricas y líneas de distribución interconectadas entre si, que permite generar, transportar y distribuir electricidad, bajo la programación de operaciones del Organismo Coordinador.

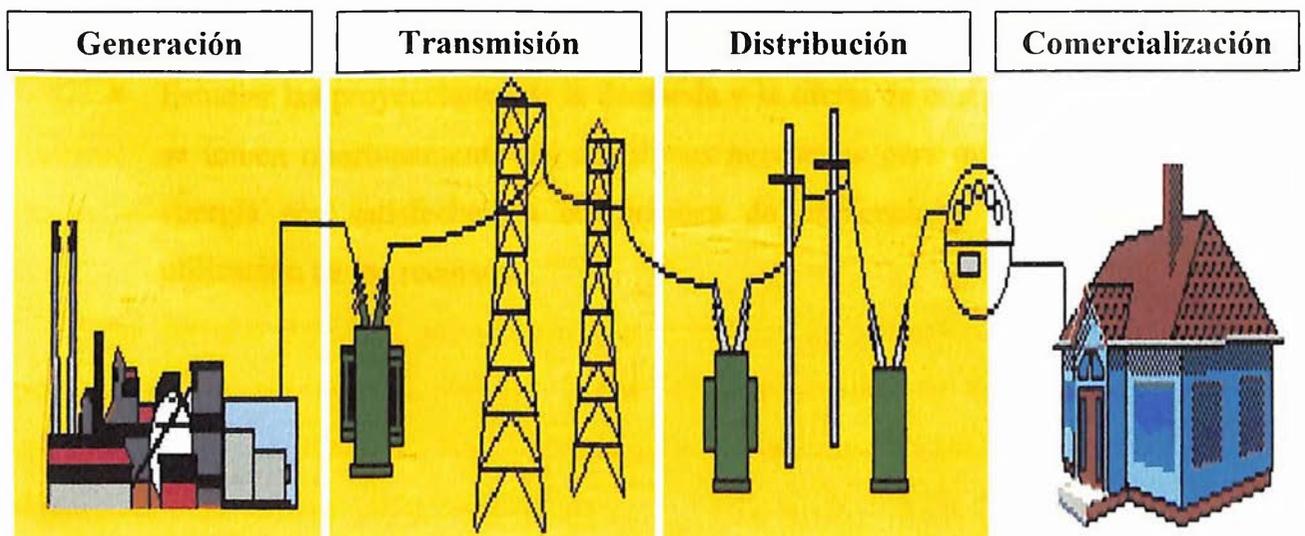


Figura 2.1, Agentes del SENI

## **2.3 Estructura Actual del Sector Eléctrico Dominicano**

Entre las principales instituciones del Sector Eléctrico Dominicano se encuentran las siguientes:

### **2.3.1 Comisión Nacional de Energía (CNE)**

Es la institución encargada de trazar la política del estado en esta área. Tiene la responsabilidad de elaborar y coordinar los proyectos de normativa legal y reglamentaria del área energética, además de proponer y adoptar políticas y normas para el sector.

- Responsabilidad de promover las decisiones de inversión en concordancia con dichos planes.
- Elaborar, coordinar y proponer al Poder Ejecutivo las modificaciones necesarias a las leyes, decretos y normas vigentes sobre la materia.
- Aplicar normas de preservación del medio ambiente y protección ecológica a las que deben someterse las empresas eléctricas en general.
- Estudiar las proyecciones de la demanda y la oferta de energía; velar por que se tomen oportunamente las decisiones necesarias para que la demanda de energía sea satisfecha en condiciones de eficiencia y de optimizar la utilización de los recursos.

### **2.3.2 Superintendencia de Electricidad (SIE)**

Elabora y hace cumplir los precios de la electricidad, fijando mediante resolución las tarifas y peajes sujetos a regulación, de acuerdo con las pautas y normas establecidas en la Ley y su Reglamento.

- La superintendencia de Electricidad es el organismo responsable de elaborar, hacer cumplir y analizar sistemáticamente la estructura y niveles de electricidad.
- Verificar el cumplimiento de la calidad del suministro, preservación del medio ambiente y la seguridad de las instalaciones.
- Tiene potestad de aplicar multas y penalizaciones en casos de incumplimiento de la ley, de sus reglamentos y normas y sus instrucciones, de conformidad con lo establecido en el reglamento de la Ley General de Electricidad.

### **2.3.3 Organismo Coordinador**

Esta constituido e integrado por las empresas de generación, transmisión, distribución y comercialización, así como los autoprodutores o cogeneradores que venden sus excedentes a través del sistema.

Su función principal es, planificar y coordinar la operación de las centrales generadoras de electricidad, de las líneas de transmisión, de la distribución y comercialización del sistema a fin de garantizar un abastecimiento confiable y seguro de electricidad a un mínimo costo económico.

El Organismo Coordinador tiene personalidad jurídica y su autoridad máxima es un Consejo de Coordinación, que tiene la responsabilidad de velar que se cumplan las disposiciones y funciones que se establecen en la Ley 125-01, (art 38,39 y 40,) y su reglamento.

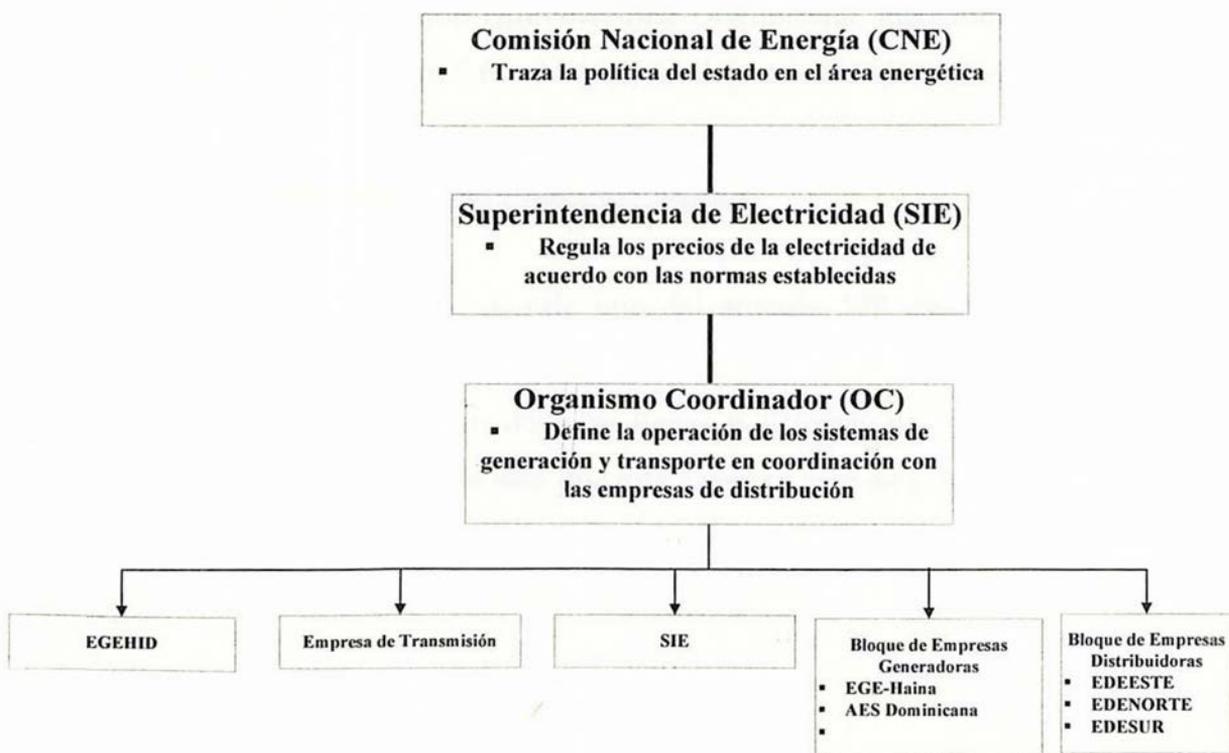


Figura 2.2, Instituciones que conforman el SENI

## **2.4 Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE)**

Es la sucesora legal de la CDE de acuerdo a lo establecido en la Ley 125-01. lidera y coordina las empresas eléctricas. Administra los contratos de los IPPs y gestiona los programas de Electrificación Rural a través de la Unidad de Electrificación Rural y Suburbana (UERS). Las unidades de Negocios de Transmisión y de Generación Hidroeléctrica han sido convertidas en la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana y en la Empresa de Generación Hidroeléctrica Dominicana, mediante los decretos del Poder Ejecutivo No 629-07 y 628-07, de acuerdo al mandato dado en la Ley 125-01.

## **2.5 Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana**

La ley N° 125-01, en su párrafo uno del artículo 138 establece que mediante decreto del Poder Ejecutivo se creará la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED), a la cual se transferirán todas las líneas y sistemas de transmisión eléctrica (sistema interconectado). También dice que esta empresa será de propiedad estrictamente estatal, que tendrá personería y patrimonio propio, y estará en capacidad de contraer obligaciones comerciales contractuales, según su propio mecanismo de dirección y control.

La ley establece como funciones principales de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED) las siguientes:

- Operar el sistema de transmisión velando por la seguridad, disponibilidad y estabilidad del servicio de energía eléctrica.
- Planificar y coordinar la ejecución de los trabajos de mantenimiento de las redes, para garantizar en mayor proporción la continuidad del servicio y preservación del sistema.

- Elaborar y coordinar la ejecución de planes de trabajo para la expansión de la capacidad y el mejoramiento de la calidad del servicio de transmisión de electricidad para acompañar el crecimiento de la demanda y su vinculación con la oferta.
- Contribuir con la armonía en la operación del mercado eléctrico, y disminuir la ocurrencia de salida de líneas por fallas en sus elementos de soporte, evitar las malas prácticas operativas, entre otras.

El Poder Ejecutivo mediante el decreto No. 629-07 de fecha 2 de noviembre del año 2007, crea con fecha de efectividad a partir del primero de enero del 2008, la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (**ETED**).

Este hecho marca un nuevo hito en la historia del sistema de transmisión nacional, y representa un gran reto para el equipo ejecutivo y la fuerza laboral de la organización, ya que debe construir, operar y mantener de forma auto sostenible las redes y subestaciones, requeridas para brindar un servicio eléctrico de calidad y a precio razonable, como demandan la población y los sectores productivos de la Republica Dominicana.

## **2.6 Pensamiento Estratégico**

### **2.6.1 Visión**

Ser reconocida como una empresa autosostenible, ágil, innovadora e impulsora del desarrollo nacional.

### **2.6.2 Misión**

Proveer servicios de transporte de energía eléctrica en alta tensión y otros servicios relacionados, a nivel nacional, con eficiencia, calidad, seguridad y en armonía con la comunidad, el medio ambiente y los recursos naturales.

### **2.6.3 Valores Claves**

- **Calidad:** Nos esforzamos en suministrar un servicio que satisfaga las expectativas y requerimientos de nuestros clientes internos y externos.
- **Compromiso:** Cumplimos con las promesas y obligaciones contraídas con nuestros clientes, empleados, suplidores, organismos reguladores y comunidades.
- **Seguridad:** Protegemos la salud y el bienestar de nuestros empleados. Requerimos el reporte rápido y formal de cualquier condición insegura.
- **Transparencia:** Actuamos con claridad, honestidad y disposición manifiesta de rendición de cuenta sobre nuestras actuaciones.
- **Desarrollo:** Exploramos constantemente nuevas oportunidades de crecimiento y expansión autosostenibles a largo plazo.

- **Tecnología:** Utilizamos los equipos, herramientas y sistemas más actualizados para operar con máxima eficiencia.
- **Liderazgo:** Permitimos que los ejecutivos y los cabezas de departamentos provean una dirección enérgica y humanitaria. Estimulamos nuestros empleados a asumir roles de liderazgo.
- **Integridad:** Defendemos lo que nos parece correcto, nuestras palabras se corresponden con nuestras acciones y vivimos de acuerdo con los mas altos estándares de conducta.
- **Trabajo en Equipo:** Estimulamos las alianzas entre los individuos y los departamentos para que la empresa opere a su máximo potencial, como equipo podemos tener mejores logros que cualquier persona individual.
- **Protección del Medio Ambiente y los Recursos Naturales:** Buscamos continuamente de qué forma podemos proteger el medioambiente y utilizar los recursos naturales para que duren toda la vida y ser disfrutados por las próximas generaciones.

## **2.7 Estructura Funcional de la ETED**

El organigrama de la ETED, está conformado según la naturaleza de las funciones de la empresa en una parte operacional y otra de apoyo técnico administrativo, constituido de un Administrador, y 12 direcciones: Proyectos, Operaciones, Mantenimiento de Redes, Mantenimiento de Subestaciones, Control y Protección, Telecomunicaciones, Comercial, Auditoria Interna, Jurídica, Administrativa, Servicios Financieros y Planificación Estratégica.

# EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DOMINICANA ETED

## ESTRUCTURA ORGANICA GENERAL



## **2.8 Dirección Mantenimiento de Subestaciones**

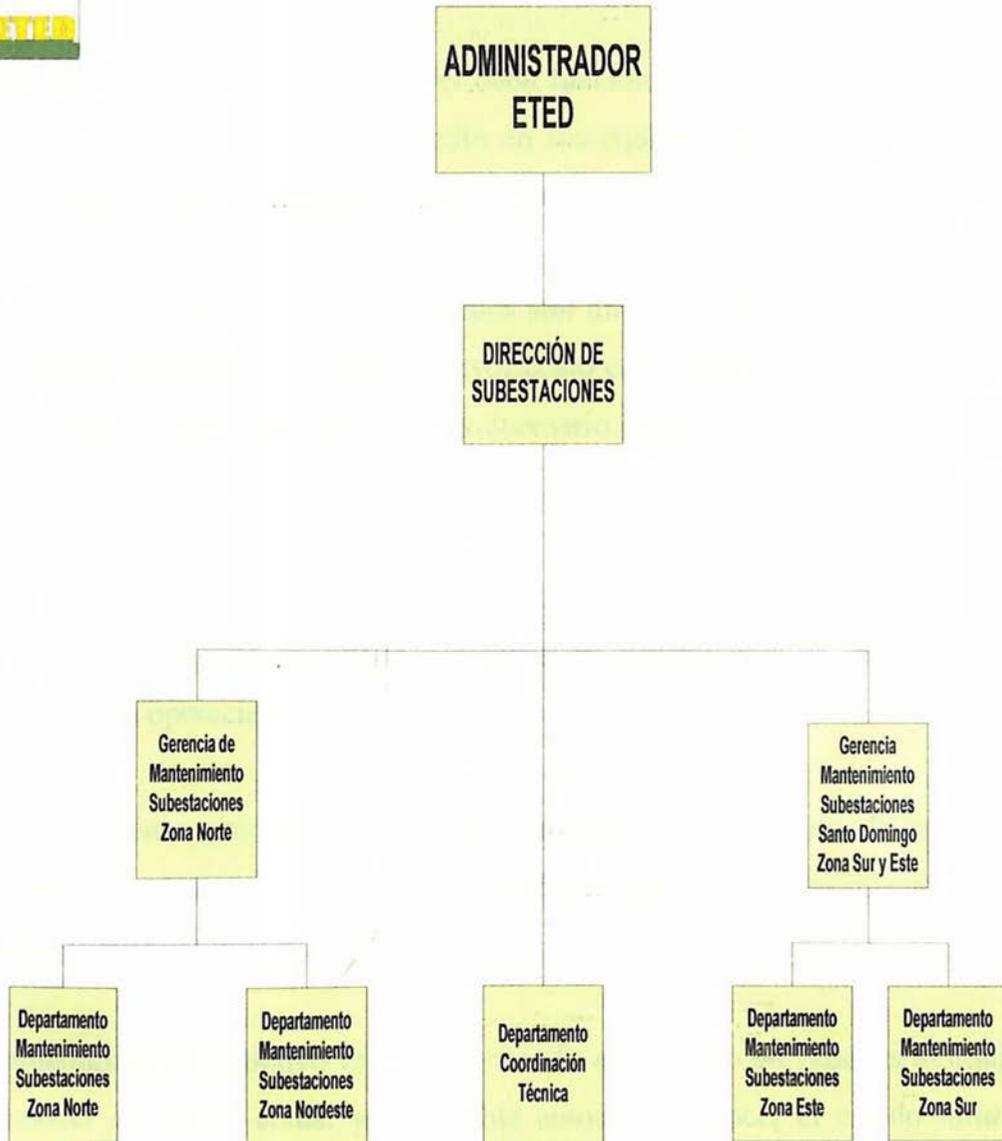
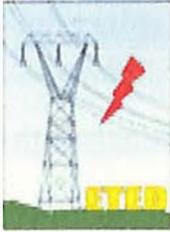
### **2.8.1 Función**

Mantenimiento eficaz a las subestaciones para que los servicios ofertados se realicen con calidad y eficiencia, para transmitir energía eléctrica de manera confiable y segura. Este incluye básicamente el mantenimiento y la transformación del equipo primario de las subestaciones (Transformadores, interruptores, barra)

Trabajan en otros aspectos: la modernización de las subestaciones, la puesta en servicio de las nuevas instalaciones, y la labor en actividades de restablecimiento de emergencia.

# EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DOMINICANA ETED

## DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES



### **Capítulo III: Marco Conceptual**

#### **3.1. Antecedentes**

Numerosos estudios evidencian que el buen funcionamiento de las empresas hoy en día requieren de un efectivo mantenimiento en sus equipos que le permitan estar al nivel de las expectativas de sus clientes y relacionados.

Tomando en cuenta que las subestaciones son un componente importante de los sistemas de potencia, además de ser los de mayor costo económico, y que la continuidad del servicio depende en gran parte de ellas; es necesario implementar una buena gestión de mantenimientos.

El mantenimiento es el conjunto de acciones, operaciones y actitudes destinadas a tener o restablecer un bien en un estado específico de funcionamiento, asegurando su continuidad y correcta operación.

El mantenimiento preventivo sistemático consiste en una serie de pruebas a realizar en los equipos para verificar su estado. El trabajo tiene carácter preventivo, pero también engloba al mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo interviene cuando al efectuar las pruebas al equipo, se llega a conocer su estado actual y es posible entonces, conocer el estado futuro o anticiparse a las posibles fallas. El mantenimiento preventivo sistemático se realiza generalmente con línea desenergizada. El mantenimiento preventivo y predictivo es aquel que se realiza periódicamente con base al seguimiento de un plan predeterminado, realizando inspecciones al equipo con el fin de descubrir y corregir posibles defectos o problemas menores que pudiesen llegar a ocasionar fallas. Este mantenimiento se puede

justificar con el hecho de que se ha logrado determinar que mas del 90% de las fallas en los equipos están precedidas de ciertos signos o condiciones que indican que estas se van producir.

El mantenimiento correctivo por averías se presenta cuando existe una falla o avería grave de algún o algunos equipos de la subestación, estas averías se presentan por causas ajenas a la voluntad de los responsables de la subestación, y se deben a factores externos, como son: condiciones climáticas, daños de terceros, problemas en la línea de transmisión o distribución.

El Mantenimiento Proactivo, es para el análisis y revisión periódica de la gestión, y para la evolución del mantenimiento y sus procedimientos.

La sustentante ha investigado lo suficiente a lo largo de su trabajo en la Dirección de Planificación Estratégica de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED), ha asistido a seminarios y talleres dictados por la Dirección de Mantenimiento de Subestaciones.

Enfocamos este trabajo en la importancia que tiene un buen Sistema de Mantenimiento en la industria eléctrica en la República Dominicana, desde la óptica de la transmisión de energía de alta potencia.

### **3.2. Importancia del problema**

Las instalaciones eléctricas deben tener una vida útil de unos 30 años, los transformadores de potencia pueden durar hasta 45 años; sin embargo, como cualquier equipo, tienen secciones sujetas a desgaste que deben reemplazarse en periodos menores, tales como el caso de partes de interruptores y transformadores. El objeto es lograr que las instalaciones de transmisión tengan una disponibilidad al cien por ciento, así como una alta confiabilidad; esto quiere decir que no debe afectarse en absoluto la continuidad de la transmisión y que el equipo opere sin riesgos de fallas; que las fallas se detecten por diagnóstico antes de que puedan ocurrir, para lo cual jugará un papel predominante el mantenimiento preventivo.

### **3.3. Planteamiento del problema**

Los costos operativos para sustentar la transmisión de energía eléctrica en la Republica Dominicana en alta potencia son bastante alto, y en el Sistema Nacional Interconectado (SENI) estos costos suelen ser exorbitantes dada la escasa planificación que se hace para la operación, mantenimiento y protección de las subestaciones, por lo que un adecuado Sistema de Mantenimiento a estas infraestructuras eléctricas darían al traste con el alto volumen de recursos que se disponen actualmente para las mismas. (Ver anexo 1)

#### **3.3.1. Alcance y Limites:**

**Al Tema:** Será reestructurado solo el Diseño de procesos de mantenimiento de Subestaciones para la Empresa de transmisión Eléctrica Dominicana (ETED)

**Al Espacio:** Será delimitado a la implementación de los conceptos que nos suministre el tema para la Dirección de Mantenimiento de Subestaciones.

**Al Tiempo:** Nuestro análisis será a partir de la creación de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED).

### **3.3.2. Formulación**

Con esta investigación se pretende responder las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuál es la importancia de las SS/EE de ETED en la transmisión de energía de alta potencia en la República Dominicana?
2. ¿Qué implica no dar mantenimiento a tiempo a las SS/EE de la ETED?
3. ¿En que beneficia a la ETED un buen sistema de mantenimiento de las SS/EE?
4. ¿Por qué la ETED necesita un sistema de mantenimiento que le permita ser eficiente y rentable?
5. ¿Cuales tipos de mantenimientos contempla el sistema a implementar en la ETED?

## **Capítulo IV: Marco Teórico**

### **4.1 Función y componentes de una Subestación**

#### **4.1.1. Instalación eléctrica**

Es un conjunto de construcciones y de instalaciones destinadas a realizar algunas de las siguientes funciones: producción, conversión, transformación, regulación, transporte, distribución, utilización de la energía eléctrica.

#### **4.1.2. Subestación**

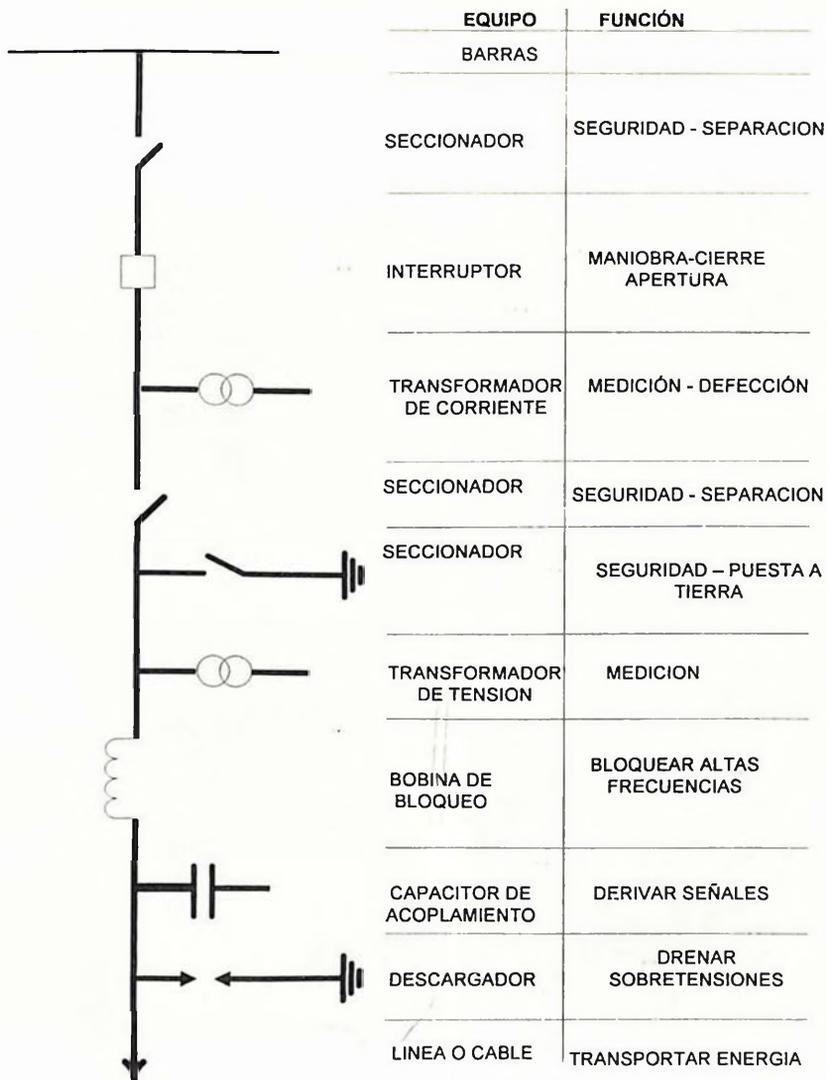
Una subestación eléctrica es usada para la transformación de la tensión de la energía eléctrica. Es un conjunto de elementos que nos permiten cambiar las características de la energía eléctrica haciendo las conexiones convenientes. En los sistemas eléctrico las centrales, transformadores y líneas de transmisión deben ser conectadas entre si y dotadas de dispositivos de control y de protección. Lo anterior se logra en instalaciones conocidas como subestación.

Podemos identificar dos tipos de subestaciones, ellas son

- 1- Elevadoras.
- 2- Reductoras.

### **4.1.3. Componentes de una subestación**

- 1- Interruptores.
- 2- Seccionadores o Cuchillas.
- 3- Pararrayos.
- 4- Trampa de onda.
- 5- Transformadores de Potencia.
- 6- Transformadores para instrumento PT Y CT.
- 7- Paneles de control y protección.
- 8- Banco de baterías, rectificadores.
- 9- Transformadores de servicios auxiliares.
- 10- Equipos de comunicación (Radio, RTU y PLC).
- 11- Capacitores.
- 12- Barras.
- 13- Reactores.



### EQUIPOS PRINCIPALES

Figura 4.1, Equipos Principales.

- **Barra**

Elemento de una subestación que acopla todos los demás elementos primarios. Al observar una estación eléctrica encontramos los distintos campos de línea: transformador, acoplamiento, medición, entre otros.



Figura 4.2, Barra.

- **Interruptor**

Un interruptor se define como un dispositivo de conmutación mecánico que puede cerrar un circuito eléctrico, llevar la corriente e interrumpir corrientes eléctricas en condiciones normales de circuito.

Puede también cerrar un circuito y sostener la corriente durante un tiempo especificado e interrumpir corrientes en condiciones anormales de circuito especificadas como es el caso de un cortocircuito. A estos también se le conoce como disyuntores.



Figura 4.3, Interruptor en aceite y en SF6.

## **Interruptores en SF6**

El SF6 (hexafluoruro de azufre) es un gas sintético con características ideales para la interrupción del arco eléctrico.

La energía térmica creada por el arco sirve para romper las moléculas de SF6. Entre mayor es la longitud del arco, mayor es la descomposición del gas lo que ayuda a extinguir el arco. Esta tecnología se relaciona más con los fabricantes europeos de interruptores para media y alta tensión.

### **Ventajas**

- a) Es inerte.
- b) No es nocivo.
- c) Tienen una gran estabilidad térmica.
- d) A igualdad de expresiones tiene una rigidez dieléctrica dos o tres veces mayor que el aire.

### **Desventajas**

- a) El SF6 es mas pesado que el oxígeno.
- b) Huele mal cuando se mezcla con el aire.

#### Notas:

- a) A este tipo de interruptores hay que monitorearle la presión del SF6.
- b) Si el interruptor tiene baja presión del gas SF6, este cierra un contacto de bloqueo de operación del mismo.
- c) El operador debe informar inmediatamente cuando un interruptor indique alarma de baja presión del SF6.

- **Seccionadores o cuchillas**

Crea una separación visible para asegurar la integridad física del personal durante las labores de mantenimiento y reparación de interruptores y líneas.

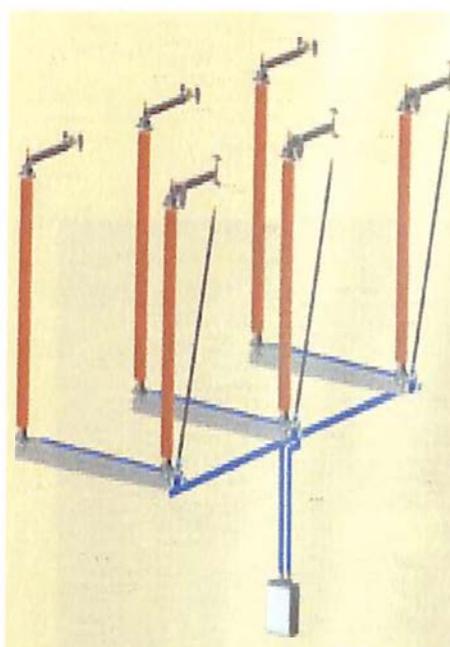
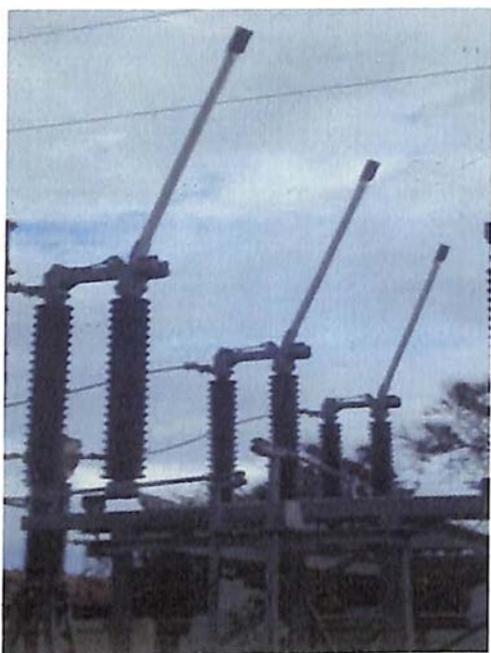


Figura 4.4, Seccionadores o cuchillas.

### **Seccionador de puesta a tierra.**

El seccionador de puesta a tierra, tiene la función de conectar a tierra parte de un circuito. El seccionador de tierra generalmente está asociado a un seccionador principal. El aislamiento entre contactos del seccionador de tierra puede ser menor que la aislación entre contactos del seccionador principal asociado. Normalmente este seccionador cortocircuita un aislador de soporte del seccionador principal al que se encuentra asociado.

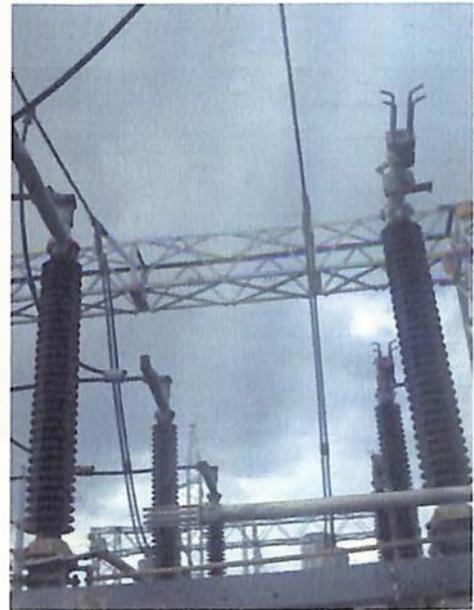
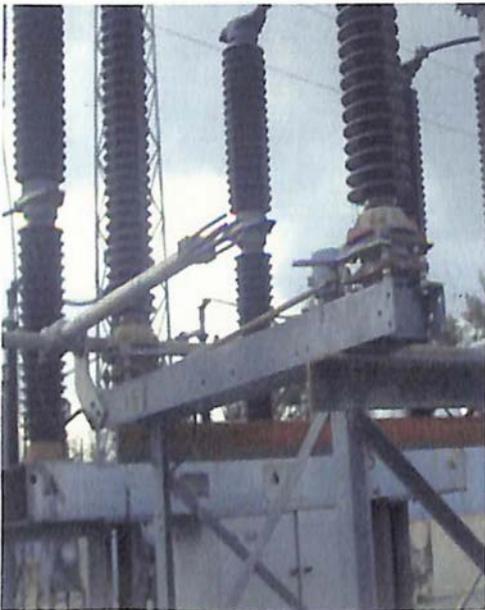


Figura 4.5, Cuchillas puesta en tierra.

- **Descargadores o Pararrayos**

El descargador es un aparato destinado a proteger el material eléctrico contra sobre tensiones transitorias elevadas y a limitar la duración y frecuentemente la amplitud de la corriente subsiguiente.



Figura 4.6, Descargadores o pararrayos.

- **Bobina de bloqueo o trampa de onda**

La bobina de bloqueo, también llamada Trampa de Onda, es un dispositivo destinado a ser instalado en serie en una línea de alta tensión. Su impedancia debe ser despreciable a la frecuencia de la red, de manera de no perturbar la transmisión de energía, pero debe ser selectivamente elevada en cualquier banda de frecuencia utilizable para la transmisión por onda portadora.

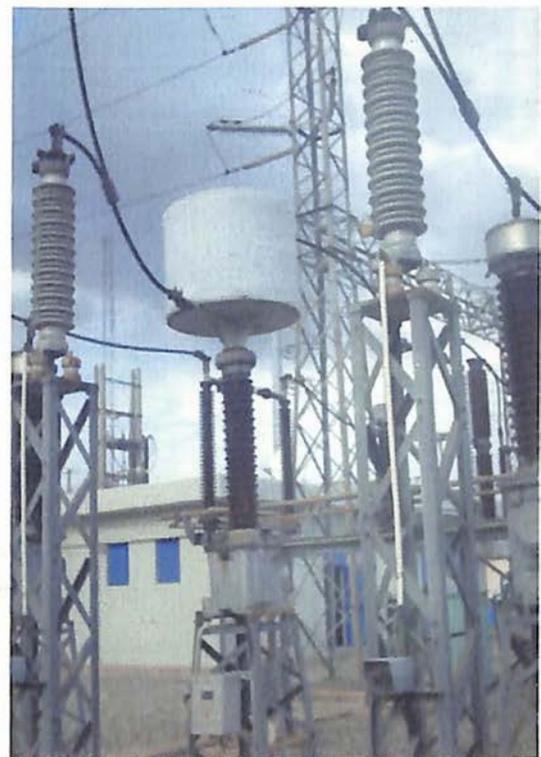


Figura 4.7, Trampa de Onda.

▪ **Aisladores**

Los aisladores son dispositivos que sirven para mantener un conductor fijo, separado y aislado de partes que en general no están bajo tensión (a tierra).

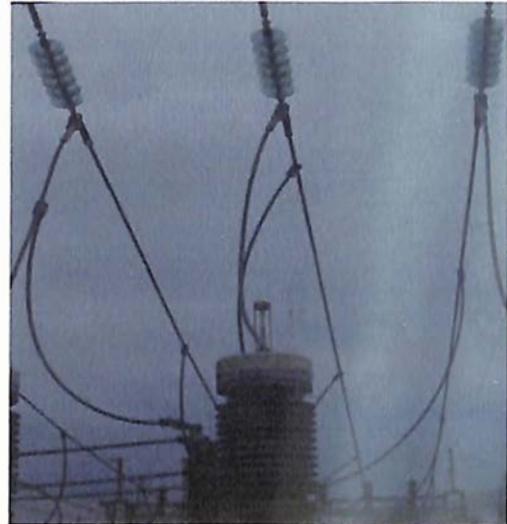
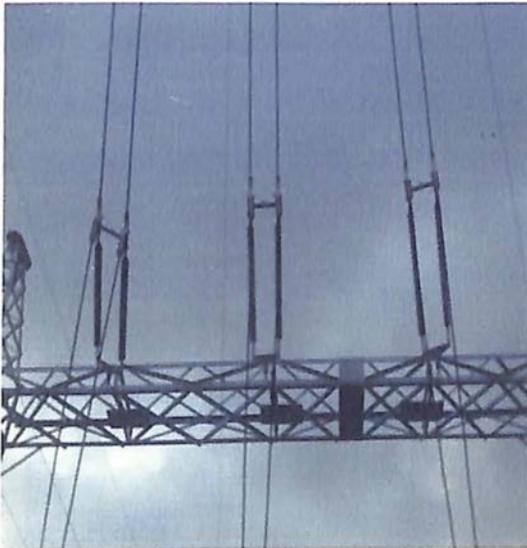


Figura 4.8, Aisladores.

▪ **Transformador de Potencia**

Los transformadores son máquinas eléctricas que se utilizan para transformar la energía eléctrica de una tensión determinada en energía eléctrica de otra tensión distinta a la anterior, o sea la energía de uno (o más) circuito a otro (o más) de la misma frecuencia, pero usualmente a un voltaje y corriente diferente.

El Transformador de Potencia se utiliza principalmente para conectar la energía eléctrica de una línea de suministro de energía a un sistema de circuito, o bien a uno o varios componentes del sistema.

El dispositivo eléctrico que se emplea para modificar la energía eléctrica de un nivel de tensión (V) e intensidad (I) a otro nivel, se llama transformador. El transformador no cambia la potencia disponible en la fuente, sino que simplemente transforma esa potencia disponible en las magnitudes de tensión e intensidades para una aplicación determinada. Están alimentados por corriente alterna exclusivamente.

Con el transformador se puede reducir o elevar el voltaje, denominándose reductor o elevador, el bobinado más alto voltaje se llama devanado de alta tensión o simplemente AT y el de baja tensión (voltaje) se llama BT.



Figura 4.9, Transformadores Potencia.

▪ **Transformadores para Instrumentos**

Transformadores para instrumentos de medición contruidos especialmente, que se conocen también como transformadores de relación Precisa.

Un transformador de relación precisa hace exactamente lo que dice su nombre, transforma en una relación precisa para permitir que un instrumento adjunto mida la corriente o la tensión sin que sea necesario que pase toda la potencia a través del instrumento.

Existen dos tipos de transformadores para instrumentos de medición:

- Transformador de Intensidad – Utilizado con un amperímetro para medir la intensidad en tensiones CA.
- Transformador de Potencial – Empleado con un voltímetro para medir la tensión (diferencia de potencial) en tensiones CA.

Son los destinados a la alimentación de tensión y de corriente de los instrumentos de medición y relé de protección.

▪ **Transformadores de tensión (PT)**

Son aquellos destinados a la alimentación de la bobina de tensión de los instrumentos de medición y protección. Son aquellos cuya tensión secundaria en condiciones normales de uso prácticamente proporcional al la tensión primaria y desfasada con respecto a la misma en un ángulo próximo a cero grado para un sentido apropiado de las conexiones.

En alta tensión se encuentra conectado entre fase y tierra, solo hasta 72.5 kV se encuentran construcciones para conexión entre fases (con dos aisladores).

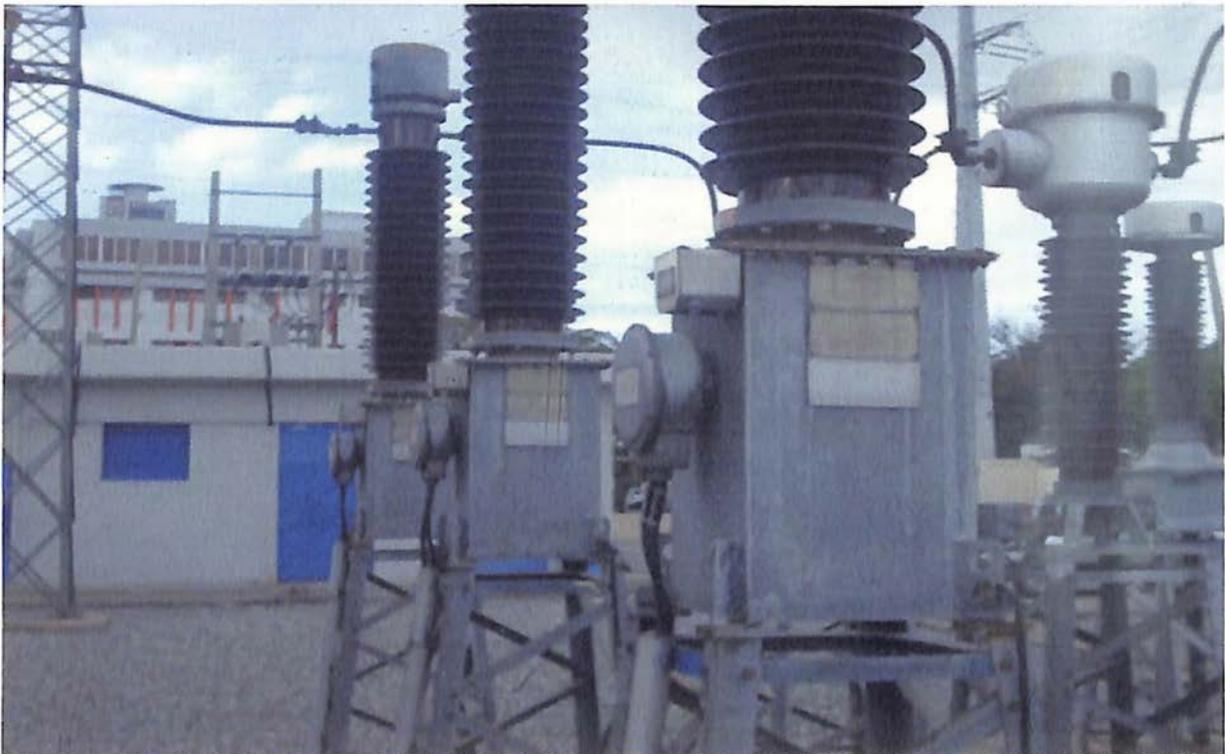


Figura 4.10, Transformadores Tensión, PT.

▪ **Transformadores de corriente (CT)**

Son aquellos destinados a la alimentación de las bobinas de corriente de los instrumentos de medición y relé de protección. Son aquellos donde la corriente secundaria es en condiciones normales de uso prácticamente proporcional a la corriente primaria y desfasada con respecto a la misma en un Angulo próximo a cero grado para un sentido apropiado de las conexiones.



Figura 4.11, Transformadores Corriente, CT.

▪ **Transformador de servicios auxiliares**

Su función es alimentar de corriente alterna los paneles de distribución de DC para de estos alimentar todos los equipos que utilicen DC, como son motores de accionamiento, luces de emergencia, rectificador, entre otros.

▪ **Equipos de comunicación**

Power Line Communications, también conocido por sus siglas PLC, es un término inglés que puede traducirse por comunicaciones mediante cable eléctrico y que se refiere a diferentes tecnologías que utilizan las líneas de energía eléctrica convencionales para transmitir señales de radio para propósitos de comunicación. La tecnología PLC aprovecha la red eléctrica para convertirla en una línea digital de alta velocidad de transmisión de datos, permitiendo, entre otras cosas, el acceso a Internet mediante banda ancha.

La RTU (Unidad Térmica Remota) es un equipo que se encarga de recopilar todas las informaciones y eventos ocurridos en una subestación. Se conecta al equipo físicamente y lee los datos de estado, como estados abiertos/cerrados de un interruptor, lee las medidas como potencia activa (MW) y reactiva (MVAR), dirección de flujo, voltaje y corriente.

Con el sistema de gestión se pretende saber el estado de la transmisión, generación y distribución de energía, mediante la RTU en cualquier momento, además tener acceso a la base de datos remotamente desde el centro de control.



Figura 4.12, RTU.

- **Sistema de corriente continua ( DC )**

Su función es alimentar de corriente directa los circuitos de accionamiento de aparatos de conmutación, protección, medición, señalización, luces de emergencia, y demás aparatos que se alimentan de CD.

- **Rectificador**

Es el elemento principal del sistema de corriente continua, tiene como función alimentar de corriente continua a partir de la alimentación de corriente alterna, los equipos de control, protección y señalización que trabajan con DC.

- **Banco de baterías**

Tiene como función alimentar de corriente continua los consumidores (equipo de control, protección y señalización) en caso de falla de la corriente continua del rectificador.



Figura 4.13, Banco de baterías.

- **Paneles de distribución DC**

Para la distribución de la corriente continua.

#### 4.1.4. Protecciones

**Relé:** Aparato destinado a producir en el circuito una modificación, cuando se cumplen determinadas condiciones en el mismo circuito o en otro distinto.

**Tipos de relé:** Existen muchos tipos de relé, pero los más usados en las subestaciones son:

**Relé de Buchholz:** El aparato detector de gases, más conocidos con el nombre el Relé de Buchhoz, Constituye una protección del transformador contra la descarga en el interior de la cuba, cortocircuitos a tierra, cortocircuitos entre espiras, etc. Y en general, los defectos de aislamientos que caen fuera del dominio de la protección contra sobreintensidades.

**Relé de sobrecorriente:** su función principal es censar los sobre corrientes de un circuito y de acuerdo a los setting programados en el mismo, ordena el disparo del interruptor de dicho circuito.

#### Clasificación

- **Sobrecorriente Instantáneo (50/50N):** Este relé funciona instantáneamente, cuando ocurre un excesivo valor de corriente lo que indica una falla en el circuito protegido.
- **Sobrecorriente de Tiempo (51/51N):** Este relé funciona con tiempo definido o lo inverso cuando las funciones características de la corriente en AC excede sus valores predeterminados.
- **Sobrecorriente Direccional (67/67N):** Este relé funciona en un valor deseado de sobrecorriente AC que fluye en una determinada dirección.
- **Relé de distancia (21):** dispositivo que tiene como función avisar cuando la admitancia o reactancia incrementa o disminuye.

- **Relé de sincronismo (25):** Opera cuando dos circuitos de AC están sin los límites deseados de frecuencia, ángulo de fase o voltaje para permitir el paralelismo entre estos dos circuitos.
- **Transfer manual o aparato selector (43):** este transfiere los circuitos de control para modificar el plan de operación de los equipos con switch o algunos de sus aparatos. Este se usa para activar o desactivar el recierre en las líneas.
- **Relé de bajo voltaje (27):** aparato que funciona cuando censa un bajo voltaje en el circuito a proteger.
- **Relé de sobrevoltaje (59):** Es un relé que funciona sobre unos valores de voltajes dados.
- **Relé de bloqueo (68):** Relé que indica una señal piloto para bloquear fallas externas en una línea de transmisión bajo condiciones predeterminadas.
- **Relé de cierre (86):** Es un relé que puede ser utilizado manual o eléctrica cuya función es apagar y mantener el equipo fuera de servicio mientras ocurren condiciones anormales.
- **Relé diferencial (87):** es un relé de protección que funciona en un porcentaje o ángulo de fase u otra diferencia de cantidad de dos corrientes u otras cantidades eléctricas.
- **Relé de alarma (74):** no es más que un anunciador el cual es usado para operar en conexión a una alarma audible o visible.
- **Relé de recierre (79) en AC:** Es un relé que controla automáticamente el recorrido de un interruptor.
- **Relé de frecuencia (81):** este funciona bajo valores de frecuencia predeterminados, dentro del sistema de frecuencias bajas o altas o con cambios de frecuencias.

## 4.2 Mantenimiento

### 4.2.1 Definición

El mantenimiento es la serie de trabajos que hay que ejecutar en algún artefacto, lugar o métodos, a fin de conservar el servicio para el cual fue diseñado.

Es asegurarse de que todo activo (equipo, maquinarias, sistemas) continúe desempeñando las funciones deseadas, con el objetivo de asegurar su continuidad y correcta operación. Un programa de mantenimiento se debe fundamentar en un conocimiento detallado del equipo y de su entorno.

El objetivo del mantenimiento es la conservación, ante todo del servicio que están suministrando los equipos y artefactos. Este es el punto esencial y no como erróneamente se ha creído en muchos casos, que el mantenimiento de una maquinaria está obligado para la buena conservación de la misma, el servicio es el que debe de importarnos y no la maquinaria que lo proporciona.

El mantenimiento se debe equilibrar en tres factores esenciales:

- Calidad del servicio.
- Duración adecuada del equipo.
- Costos mínimos de mantenimiento.

Desde el punto de vista económico, estos tres factores nos dan a conocer que existe un costo total del servicio, el cual es resultado de:

- Costo inicial del equipo considerando su depreciación.
- Costo del mantenimiento considerando su incremento
- Costo de las faltas de servicio.

#### 4.2.2 Fuentes de fallas en una maquina

Las fallas que se originan en un equipo o maquinaria, son ocasionadas por las siguientes fuentes:

- La maquinaria o equipo mismo.
- El ambiente circundante.
- El personal que le interviene (por mantenimiento, operaciones o ampliaciones).

La maquinaria o equipo se vuelve una fuente más o menos importante de fallas, dependiendo de las propiedades eléctricas, mecánicas y electrónicas de sus partes; la calidad de los materiales empleados en ella; la bondad de diseño; y, por último, la calidad en su instalación en el lugar a donde va a prestar el servicio.

El ambiente circundante se torna una fuente de fallas cuando es agresivo a la maquinaria, por ejemplo la humedad y la temperatura fuera de especificaciones, polvo, humo, salinidad o acidez. Es necesario construir un ambiente adecuado para la maquinaria en cuestión a fin de reducir al mínimo las fallas por este concepto.

El personal que en él interviene, se comporta como una fuente de fallas cuando sus habilidades manuales y de pensamiento lógico son de baja calidad, también, cuando no conoce en forma plena el equipo que va a operar o mantener, ya que son los que intervienen en forma directa en los equipos. La mano de obra de mantenimiento debe ser cuidadosamente considerada a fin de adecuarla en cantidad y calidad, pues es tan negativo que falte como que sobre está, ya que en ambos casos baja la calidad de funcionamiento de las maquinas mantenidas.

Esto nos lleva a la convicción de que los equipos o maquinas deben estar preferiblemente aisladas del elemento humano, el cual hará sus programas de trabajo con base a las excepciones de intervención. Estas intervenciones son:

- Hacer constantemente pruebas y verificaciones de la maquinaria en conjunto, desde el punto de vista del que la opera (o recibe la prestación del servicio).
- Hacer excepcionalmente pruebas y verificaciones sobre alguna parte de la maquinaria, cuando se tengan sospechas de falla en dicha parte.
- Hacer excepcionalmente pruebas y verificaciones sobre el comportamiento de la maquinaria en conjunto o alguna de sus partes, para comprobar que esta trabaja aun en situaciones de compromiso (tolerancia).

El más importante de los tres puntos es el primero, el cual nos da la base del mantenimiento preventivo, que consiste en establecer una serie de controles que nos permitan detectar que la maquinaria está dando el rendimiento esperado y que esta no sobrepasa los límites de tolerancia calculados previamente por el fabricante.

Existen tres tipos de mantenimiento, los cuales han evolucionado durante los últimos años, y además, existe el Mantenimiento Basado en Confiabilidad, o MBC, (en inglés RCM que significa Reliability Centred Maintenance), el cual combina los tres tipos de mantenimiento en una manera más eficiente. Ya que el MBC requiere de un extensivo entrenamiento y datos históricos de registros en sistemas de equipos, en este manual solamente se tratará lo básico dando mas énfasis en cómo ejecutar mantenimientos usando los métodos tradicionales y cómo prepararse para un futuro desarrollo.

#### **4.2.3 Mantenimiento por descompostura**

El mantenimiento de antes era basado en “Esperar hasta que se descompone, luego se repara”.

Esta opción no representa costos iniciales de mantenimiento. Pero los costos totales de reparación y reposición son grandes así como también los costos posibles del mantenimiento para prevenir ó reducir la falla.

#### **4.2.4 Mantenimiento preventivo**

Consiste en la serie de trabajos que es necesario desarrollar en alguna maquinaria o instalación para evitar que esta pueda interrumpir el servicio que proporciona.

Este es el tipo de mantenimiento que muchas empresas han utilizado por los últimos veinticinco años. Este mantenimiento ha sido eficiente en el pasado pero con la evidente competencia y el sistema de mercado eléctrico abierto, las ineficiencias lo han hecho muy costoso. La frecuencia y tipos de mantenimientos fueron creados muchos años atrás y raramente fueron cambiados ó analizados (debido a falta de comprensión ó de información). Esto hace que el costo de este mantenimiento sea alto con relación al beneficio obtenido, y estos costos normalmente son difíciles de justificar.

La ejecución del mantenimiento preventivo debe llevarse a cabo por medio de programas, es decir, debe planearse, lo que permite que tanto el material como la mano de obra y el momento de la labor estén adecuados en cantidad, calidad y precio.

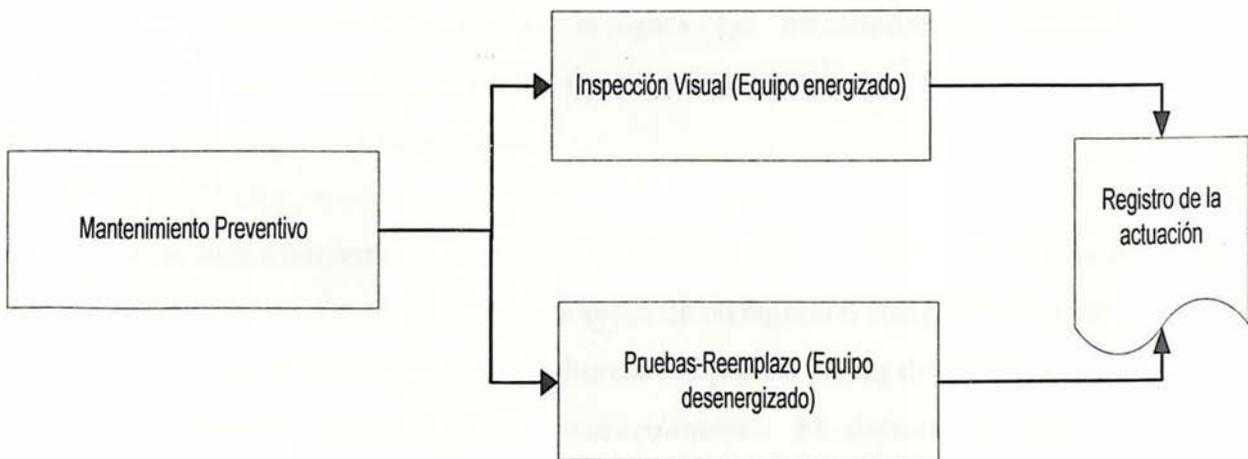


Figura 4.2.1, Flujograma Mantenimiento Preventivo

#### **4.2.5 Mantenimiento predictivo**

Consiste en la realización de ensayos y análisis especiales a los componentes de un sistema, con el fin de diagnosticar averías antes de que esta se produzca, lo que repercute en una mayor fiabilidad de las instalaciones y en una rebaja de los costos de mantenimiento.

El mantenimiento predictivo compara las trayectorias de mediciones de parámetros físicos contra los límites de ingeniería propuestos a detectar, analizar y corregir antes de que una falla ocurra.

Este mantenimiento es un desarrollo avanzado del preventivo. La idea principal es pronosticar cuándo, cómo y dónde cierta pieza de un equipo o componente fallará y cómo usar las técnicas de medición para monitorear los puntos claves del equipo. Estos puntos claves determinan cuando efectuar mantenimiento. El énfasis del mantenimiento predictivo es la adquisición e interpretación de datos de prueba.

#### **4.2.6 Mantenimiento Correctivo**

Mantenimiento correctivo es la serie de trabajos que es necesario ejecutar en las instalaciones, aparatos o maquinaria a nuestro cuidado, cuando estos dejan de proporcionar el servicio para el cual han sido diseñados, es decir, cuando ya es necesario recuperar el servicio.

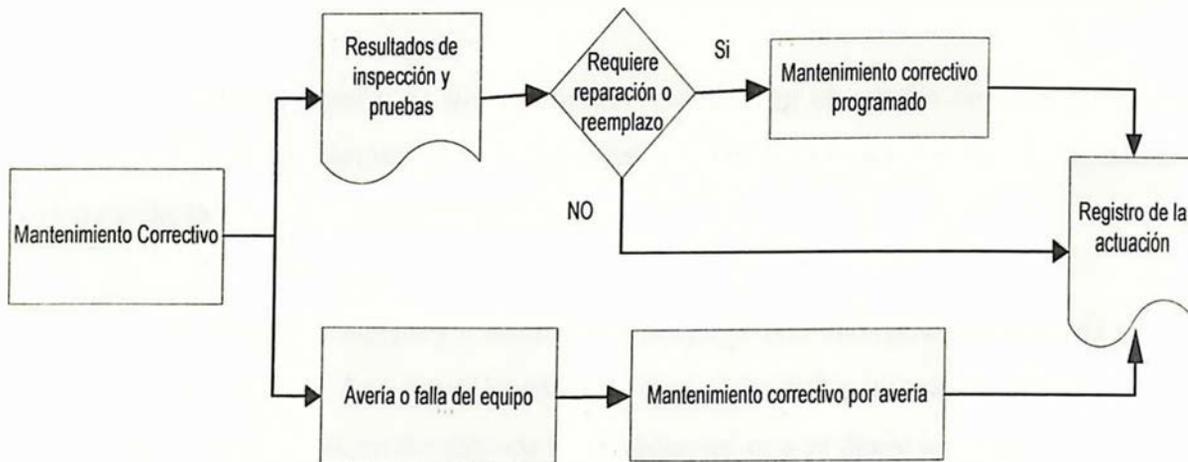


Figura 4.2.2, Flujograma Mantenimiento Correctivo

#### 4.2.7 Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (MBC)

Es una filosofía de mantenimiento, cuya metodología está dirigida a ejecutar el mantenimiento en el tiempo apropiado por la causa correcta. Es una metodología estructurada que establece los requerimientos para el mantenimiento basándose en las consecuencias de la falla del equipo durante la operación del sistema.

Preguntas básicas del MBC:

- ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
- ¿Cuáles son los estados de falla (fallas funcionales) asociados con estas funciones?
- ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
- ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
- ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
- ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?

#### 4.2.8 Gestión de Análisis de Mantenimiento

Una correcta gestión de mantenimiento consiste en el estudio de fallas y análisis de la actividad de mantenimiento, para poder obtener conclusiones y dar sugerencias para mejorar la función de mantenimiento.

El estudio de incidencias y análisis de fallas es una actividad relacionada con la subestación en general. La programación de esta actividad y su realización dependerá del criterio de la empresa, en función de los problemas que se desee analizar.

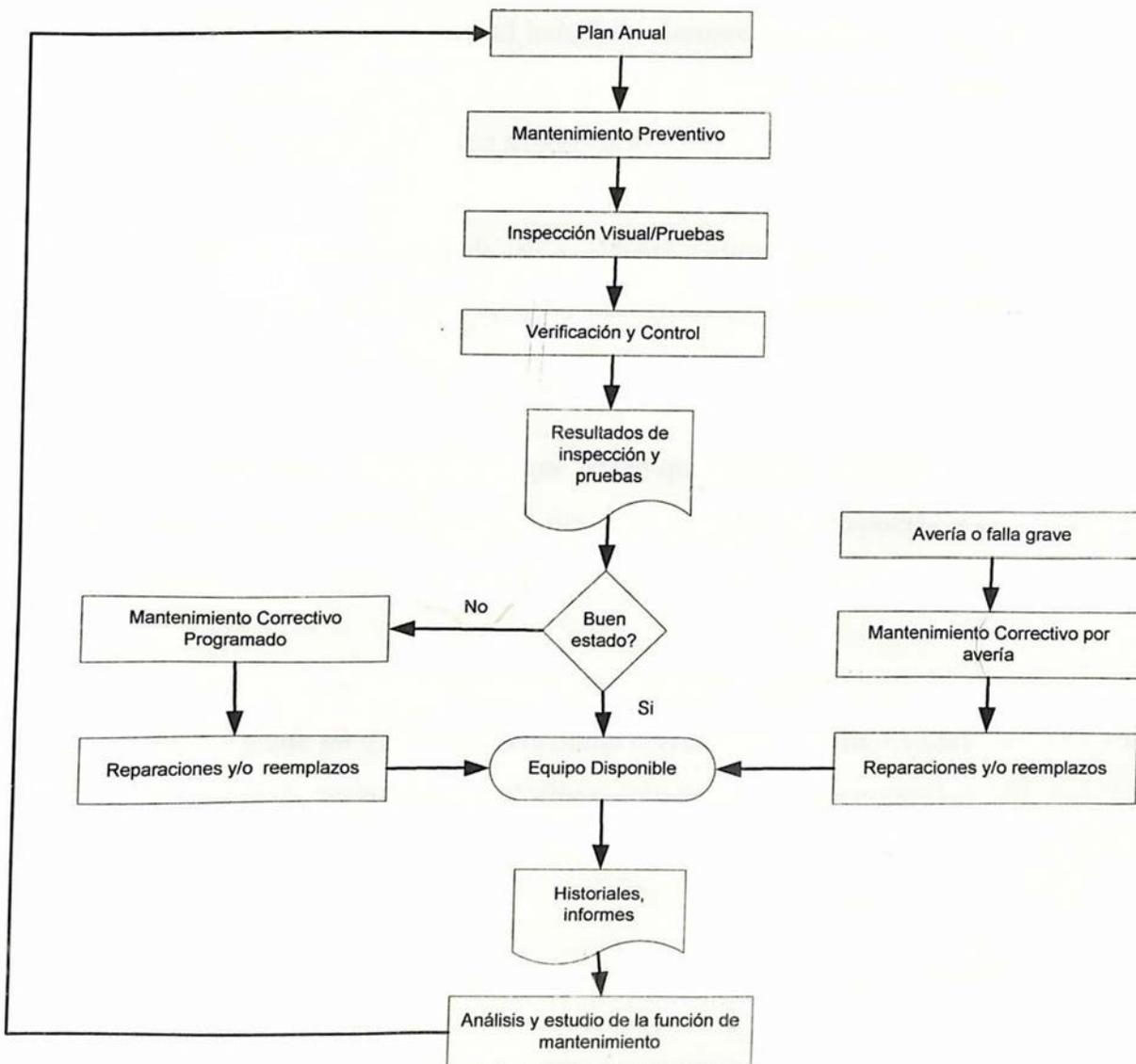


Figura 4.2.3, Flujograma Plan Anual de Mantenimiento

### 4.3 Seguridad

Se refiere a la cualidad de seguro, es decir aquello que está exento de peligro, daño o riesgo. Algo seguro es algo cierto, firme e indubitable. La seguridad, por lo tanto, es una certeza.

La seguridad industrial es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en una empresa. Parte del supuesto de que toda actividad industrial tiene peligros inherentes que necesitan de una correcta gestión.

Cabe destacar que la seguridad industrial siempre es relativa, ya que es imposible garantizar que nunca se producirá ningún tipo de accidente. De todas formas, su misión principal es trabajar para prevenir los siniestros.

El origen o causa básica de un accidente radica tanto en el hombre, “Factor personal”, como en el ambiente, equipos, materiales y/o métodos del trabajo “Factor técnico del trabajo”.

Los factores personales son los que hacen que la gente actúe de una determinada manera, o sea, el por qué hace o no lo que corresponde. La respuesta a este por qué, puede estar en:

- La gente **no sabe** que hacer o como hacerlo (desconoce)
- La gente **no quiere** hacerlo como corresponde (desmotivada)
- La gente **no puede** hacerlo (incapacitada, le faltan recursos)

Los factores técnicos o del trabajo permiten que existan condiciones de riesgo tanto ambientales como de equipos, materiales o métodos, que pueden estar en:

- Desgastes de elementos por uso
- Diseños incorrectos de equipos
- Fallas de maquinas o mal funcionamiento
- Métodos o procedimientos de trabajos incorrectos

Durante la realización de una faena, la persona que se encuentra ante riesgos eléctricos debe aplicar las 5 reglas de oro:

- **Corte visible:** verificación visual de apertura de línea
- **Ausencia de tensión:** medición con instrumento. Probador de ausencia de tensión.
- **Bloqueo o enclavamiento:** candado
- **Puesta a tierra:** colocación de puesta a tierra.
- **Señalización de seguridad.** Delimitación de la zona de trabajo.

#### 4.3.1 Equipo de protección de personal básico

Se entiende por equipo de protección individual (EPI) cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador o trabajadora para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin. Es de vital importancia el uso de los principales equipos y prendas de protección para trabajos y maniobras en alta tensión, como son, cascos, gafas, botas, guantes y pértigas.

▪ Cascos de protección

**Especificaciones de protecciones y tipos de cascos según OSHA**

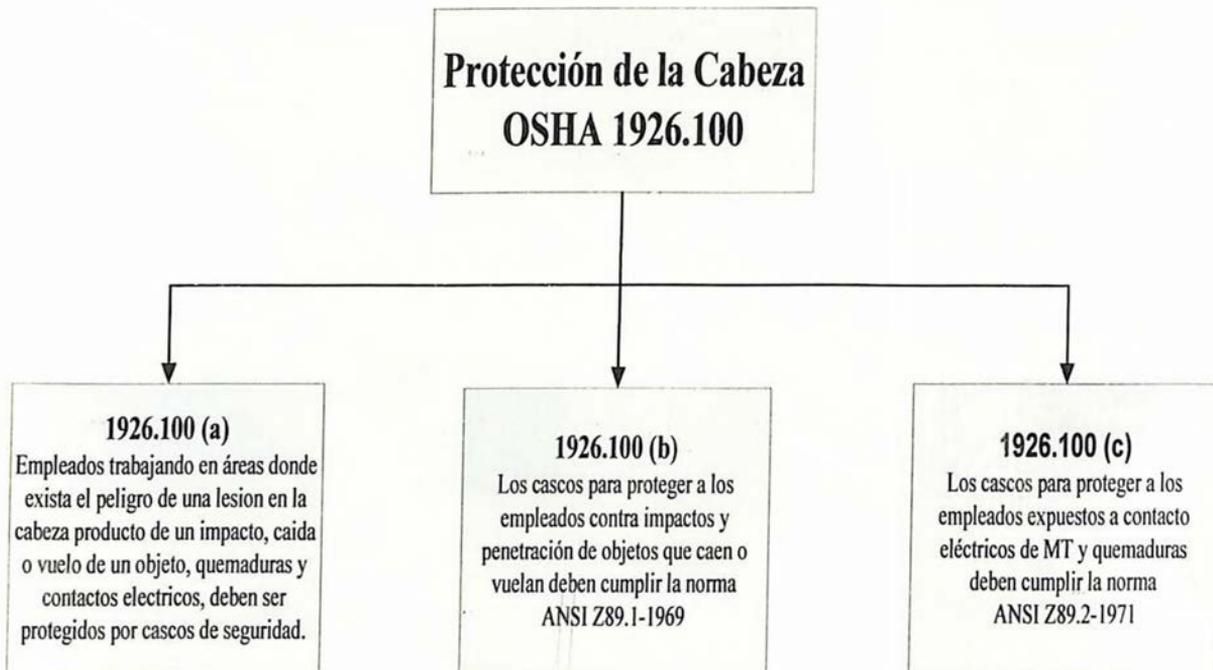


Figura 4.3.1, Protección de la cabeza

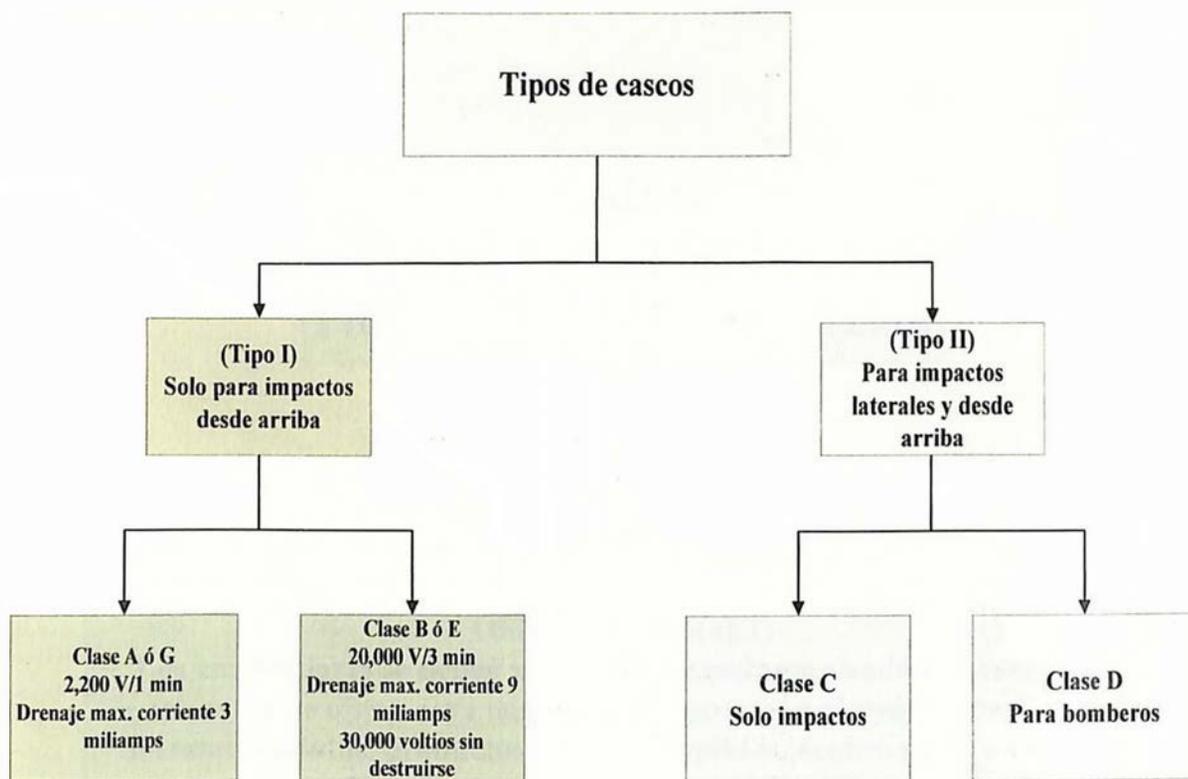


Figura 4.3.2, Tipos de cascos

▪ **Gafas de protección**

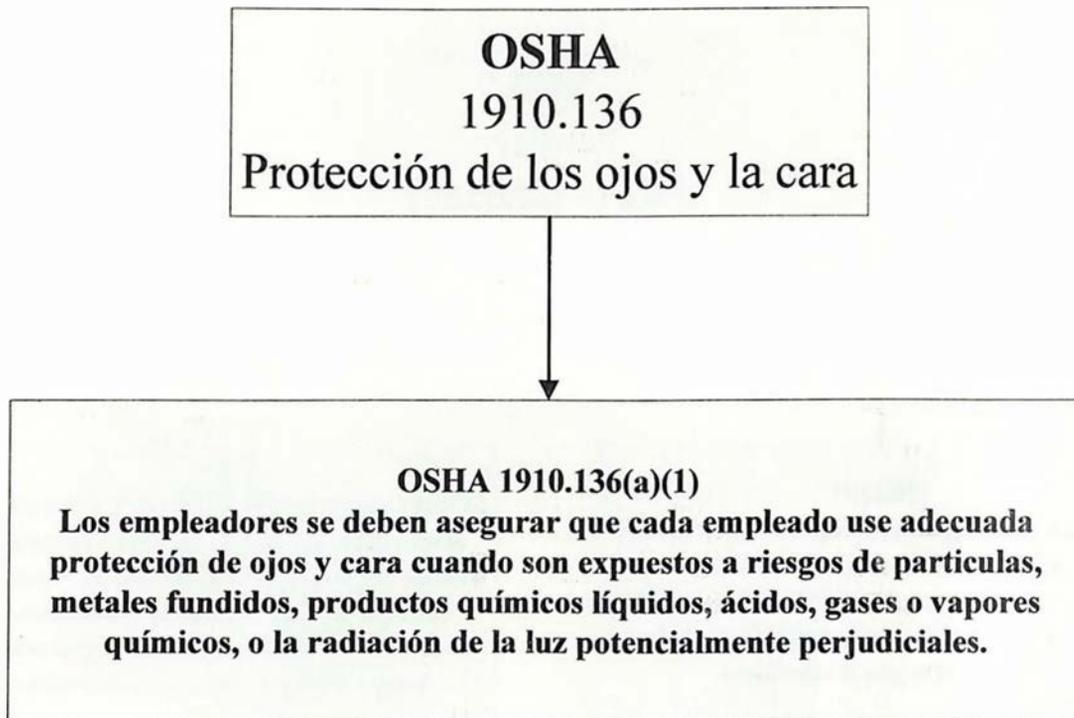


Figura 4.3.3, Protección de ojos y cara

▪ **Guantes de protección**

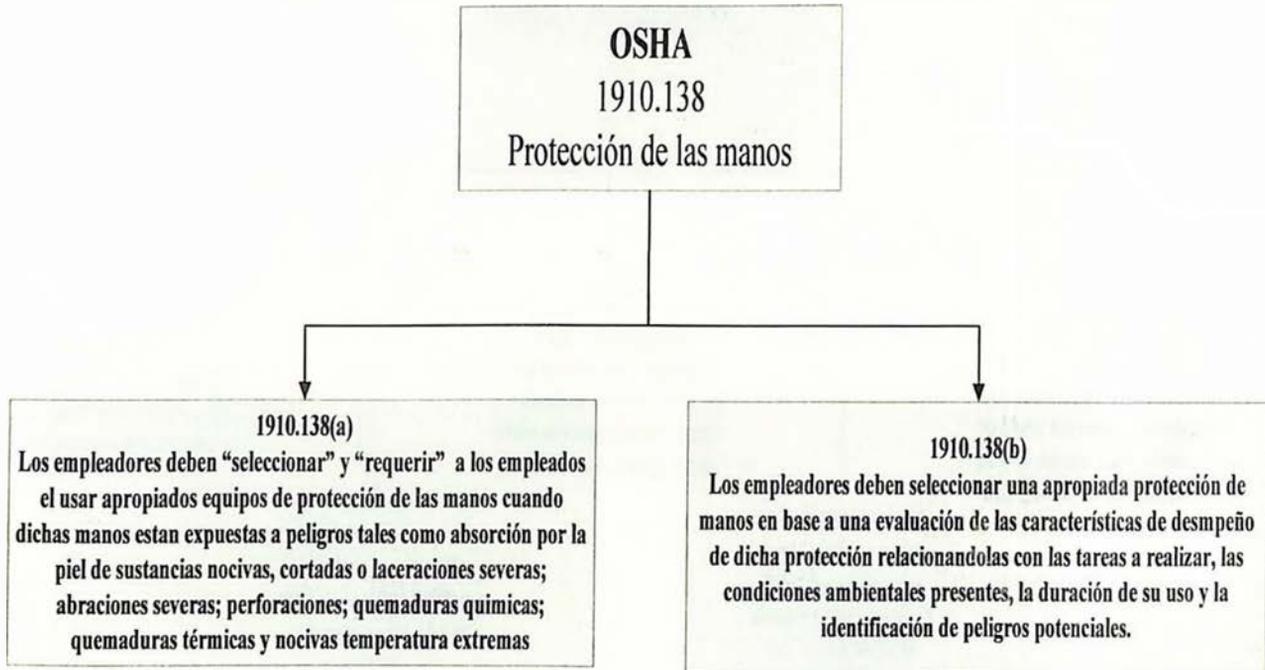


Figura 4.3.4, Protección de las manos

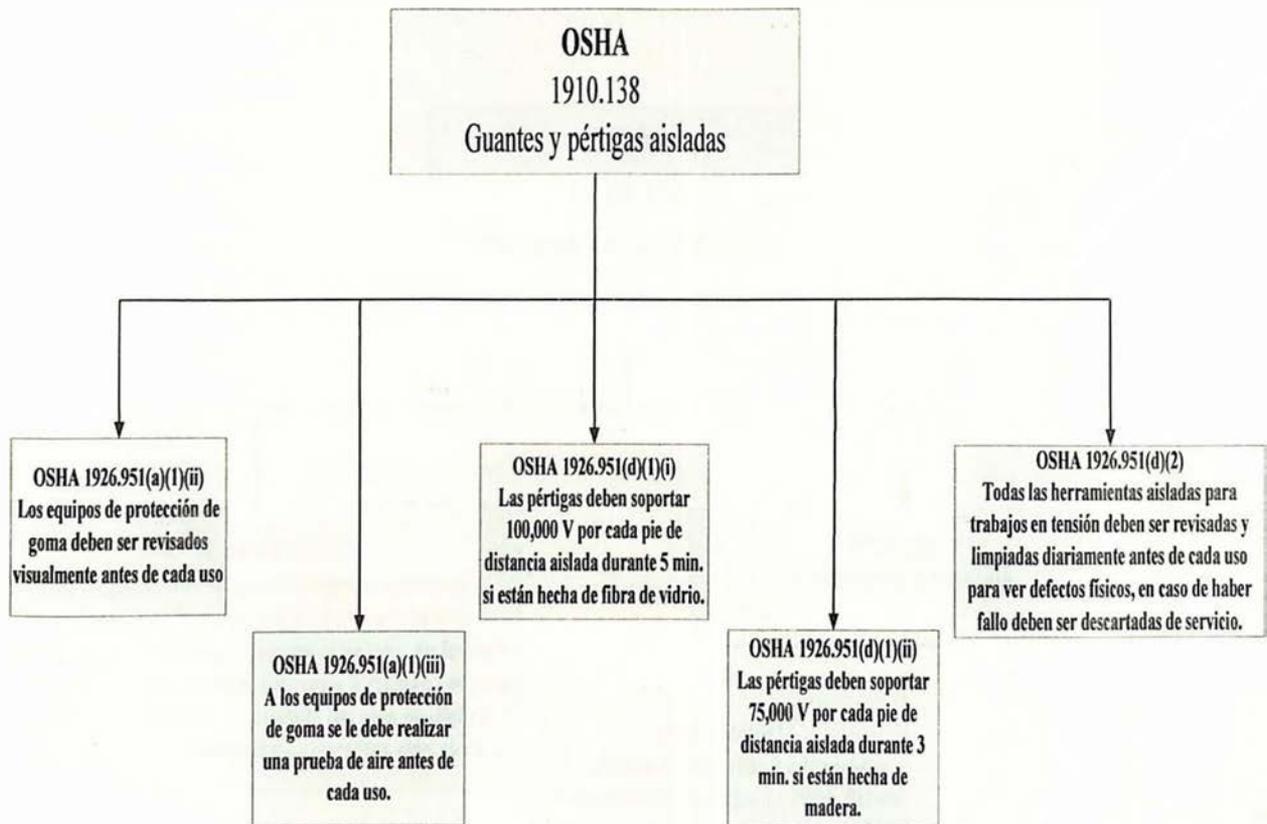


Figura 4.3.5, Protección de las manos (Guantes aisladores)

▪ Calzados de protección

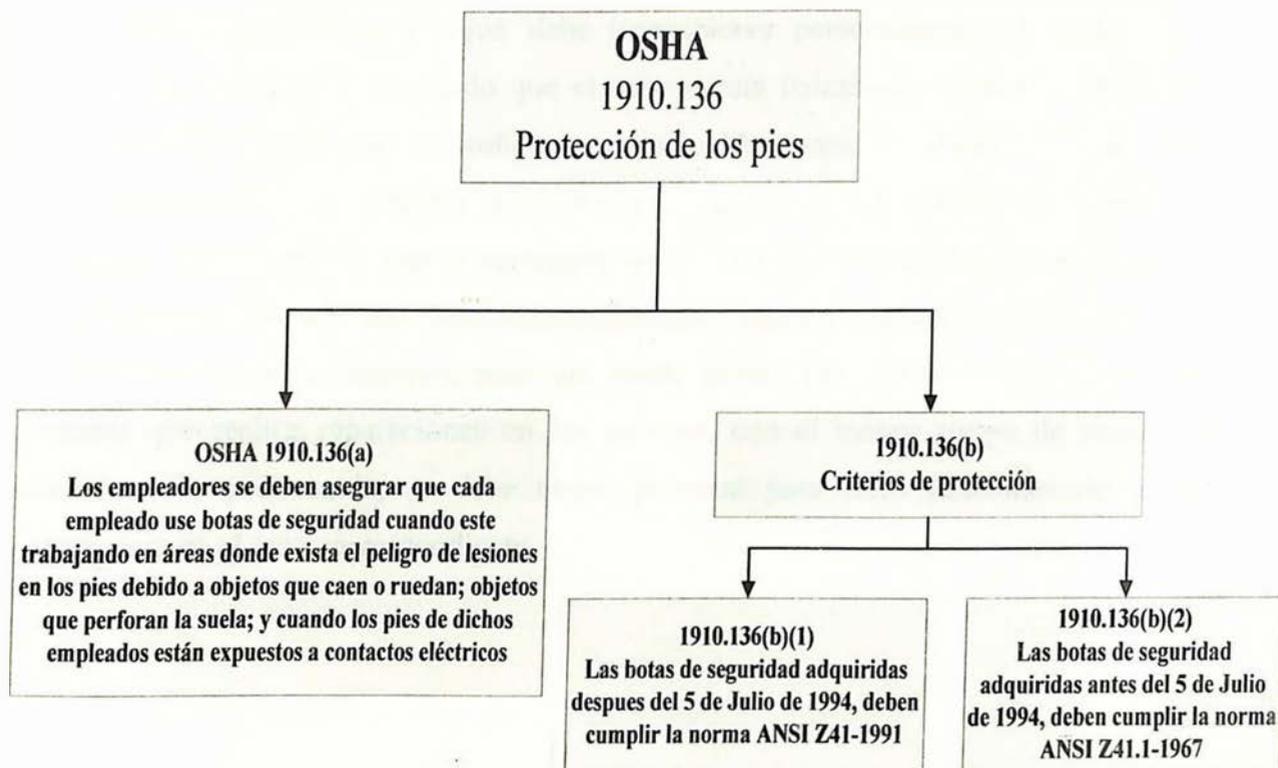


Figura 4.3.6, Protección para los pies

La seguridad industrial es una responsabilidad personal. Cada individuo es responsable por su propio bienestar así como el de los demás en la cuadrilla.

El encargado de los trabajos debe inspeccionar personalmente el equipo en el cual se va a trabajar, certificando que el mismo está físicamente aislado, aterrizado y señalizado; que se ha previsto suficiente espacio libre para el trabajo, alertando a los trabajadores sobre los peligros existentes para que no haya confusión, engaño o accidente. Se recomienda que el encargado de los trabajos esté debidamente entrenado, tanto en lo referente a la seguridad industrial como operativa, con conocimientos amplios de la operación de los equipos, para que pueda asumir por completo la seguridad del personal que realice reparaciones en los mismos, con el menor riesgo de accidentes laborales. De preferencia, se debe elegir personal para estas funciones de mucha experiencia en el área correspondiente.

## **Capítulo V: Metodología de la Investigación**

### **5.1 Tipo de Estudio:**

El estudio de nuestra investigación es explorativo sobre el diseño de procesos de mantenimiento de Subestaciones de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED) que no se ha analizado en profundidad y para ello hemos acudido a todos los autores y técnicos que han expresado sus pensamientos sobre el tema de Mantenimiento de Subestaciones. Este método es el indicado para situaciones en donde hay poca información ya que nos sirve para familiarizarnos con fenómenos desconocidos, y obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo investigaciones más completas.

### **5.2 Tipo de Investigación:**

Nuestra investigación es fundamentada tanto cualitativa como cuantitativa desde el análisis de libros, folletos, entrevistas a técnicos del área, y datos electrónicos que realizamos sobre el “Mantenimiento de Subestaciones” para la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED).

### **5.3 Tipo de Razonamiento:**

En nuestra investigación utilizamos los razonamientos inductivos y deductivos.

#### **5.3.1 Método Inductivo**

El método inductivo lo aplicamos porque a partir de estudios particulares, se obtienen conclusiones, utilizando la observación directa a los fenómenos y la experimentación. Se utilizaron los siguientes:

**a) Observación.**

Observación es un método para reunir información visual sobre lo que ocurre, lo que nuestro objeto de estudio hace o cómo se comporta.

**b) Análisis.**

Proceso de conocimiento que se inicia por la identificación de cada una de las partes que caracterizan una realidad.

**c) Investigación Bibliográfica.**

Son premisas teóricas acerca de un tema en específico mediante el uso de libros, folletos y documentos relacionados con el área a investigar.

### **5.3.2 Método deductivo**

El método deductivo puede dividirse en método deductivo directo de conclusión inmediata (cuando se obtiene el juicio de una sola premisa, sin intermediarios) y método deductivo indirecto o de conclusión mediata (cuando la premisa mayor contiene la proposición universal y la premisa menor contiene la proposición particular, la conclusión resulta de su comparación).

El método deductivo comienza con el planteamiento del conjunto axiomático de partida (donde los supuestos deben incorporar sólo las características más importantes de los fenómenos, con coherencia entre los postulados) y continúan con el proceso de deducción lógica (partiendo siempre de los postulados iniciales). Así, pueden enunciar leyes de carácter general, a las que se llegan partiendo del conjunto axiomático y a través del proceso de deducción.

#### **5.4 Metodología Empleada para la recolección de los datos:**

Para el desarrollo de este tema, seguimos una serie de pasos para mantener un orden lógico de la investigación.

- a) Determinación de la necesidad en la empresa.
- b) Levantamiento de información del proceso de mantenimiento de subestaciones.
- c) Análisis de la información.
- d) Propuesta o recomendación de mejoramiento.

##### **5.4.1 Instrumentos de la investigación**

- a) Entrevistas a Técnicos del Área
- b) Visitas a SSEE
- c) Observaciones
- d) Diagrama de Flujo de procesos
- e) Usos del programa de informática: VISIO
- f) Herramientas del Office
- g) Pronostico de la demanda de Mantenimiento

## **Capítulo VI Trabajo de Campo**

### **6.1 Levantamiento de Información.**

#### **6.1.1 Visita a la Dirección de Operaciones del Sistema (DOS)**

La Dirección de Operaciones del Sistema es la responsable de la operación en tiempo real del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SENI), siguiendo la política de operación, el programa de operación diaria o su reprogramación preparado por el Organismo Coordinador (OC) del SENI en la República Dominicana.

Desde el inicio de esta investigación estuvimos en sesiones de trabajo permanente con quien dirige esta dirección, quien nos instruyó sobre rol de la ETED en el Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SENI), la conformación del Sector Eléctrico Nacional antes y después de la Capitalización y como se opera una subestación.

#### **6.1.2 Visita a la Dirección de Mantenimiento de Subestaciones**

La Dirección de Mantenimiento de Subestaciones es la responsable de que los servicios de mantenimiento ofertados se realicen con calidad y eficiencia, para transmitir energía eléctrica de manera confiable y segura.

En esta oportunidad obtuvimos información sobre la función de la Gestión de Mantenimiento de Subestaciones y la estructura orgánica de su unidad, y notamos el interés de quien la dirige para que el mantenimiento se realice de manera efectiva. En las reuniones, se analizaron en coordinación con Dirección de Operaciones del Sistema (DOS) las informaciones teóricas relevantes para el tema, continuando luego con la programación y elaboración del Manual de operación y mantenimiento anexo en este trabajo.

### **6.1.3 Visita a la Dirección de Administrativa**

La Dirección Administrativa es la responsable de servir de soporte a todas las áreas de la ETED y brindar un servicio de óptimo valor, a través de la disponibilidad de condiciones de crecimiento, formación y bienestar del recurso humano; gestionar la adquisición de bienes y servicios requeridos por y para la empresa; proporcionar y mantener la infraestructura física y de transporte necesaria para la gestión empresarial; suministrar, facilitar y mantener los recursos informáticos, administrando sobre la base de estándares de desempeño y políticas gerenciales de clase mundial

Obtuvimos información que nos sirvió de motivación para el desarrollo de este tema, puesto que nos informaron de la importancia de este proceso para la ETED, y la importancia de ir a una gestión basada en procesos.

### **6.1.4 Visitas a las Subestaciones.**

Con la finalidad de obtener información sobre el tema, seleccionamos un grupo de subestaciones a visitar: Matadero, Palamara, Villa Duarte, UASD, Pizarrete, Hainamosa, Los Mina y Timbeque; En las cuales obtuvimos información de los operadores de las mismas, acerca de cada uno de los componentes de una subestación, su interacción con el Centro Control de Energía (CCE) y la seguridad empleada para estar dentro de ese campo eléctrico que los rodea.

### **6.1.5 Participación en la elaboración del Balanced ScoreCard (BSC) 2009 de la Dirección de Mantenimiento de subestaciones.**

En varias sesiones de trabajos la Dirección de Subestaciones, coordinada por la Dirección de Planificación Estratégica, elaboró el BSC 2009. En estas obtuvimos información sobre el sentir de los empleados de la Dirección de Subestaciones sobre las dificultades de este proceso y su deseo de que el mismo mejore, de igual forma recibimos las sugerencias de la Dirección de Planificación a las interrogantes de los participantes.

### **6.2 Observación**

Pudimos observar que las condiciones laborales en algunas de éstas, para los operadores no son las mejores, además de la poca existencia de equipos de seguridad para los visitantes a las mismas. En una de las visitas (S/E Matadero), observamos como el equipo que intervenía esa instalación eléctrica, lo hizo sin tomar en cuenta los criterios básicos de seguridad.

### **6.3 Análisis**

El plan de trabajo 2009 para la Dirección de Mantenimiento de Subestaciones, dentro de sus iniciativas se reflejan las siguientes, consideradas relevantes para nuestro tema (Ver anexo 2):

- a) Proyecto mejoramiento del proceso de mantenimiento de SSEE
- b) Desarrollar Plan de Mantenimiento Anual.
- c) Plan Reemplazo de Equipos con Alta Probabilidad de Falla.
- d) Proyecto mejoramiento proceso de mantenimiento correctivo

En el presente año (2009) el equipo directivo y gerencial de la Empresa participó en un Taller de Planificación Estratégica, (en el cual se nos dio participación) con el objeto de actualizar el plan y afianzar los conocimientos sobre la herramienta de planificación que utilizamos [Balanced Scorecard (BSC) o Cuadro de Mando Integral (CMI)]. En este taller, en el estudio DOFA, salieron a relucir estrategias que apoyan el desarrollo de este tema (Ver anexo 3):

- a) FO2 - Ofertar servicios de mantenimiento de Subestaciones, Interconexión, Telecomunicaciones, SCADA e Ingeniería a otros clientes. (F2-F3-F12-O1)
- b) DO3 - Evaluación e Implementación software de mantenimiento (D8-O6)
- c) DO4 - Hacer Benchmarking con otras empresas de transmisión para el acceso a tecnologías de mantenimiento (D8-O6)
- d) DA4 Reducción de las causas que generan penalizaciones a ETED (D8-D13-D17-D18-D19-D22-D23-A5)

Este análisis nos sirvió para hacer conciencia del grado de importancia de este problema para la ETED.

#### **6.4 Piezas de repuestos**

Un componente significativo para una correcta gestión de mantenimiento es el stock de materiales de consumo y piezas de repuestos.

Directrices que orientan para el uso de este recurso:

- a) Siempre que existan evidencias de un consumo fuera de lo normal para un determinado repuesto o material de consumo, preguntar si no existen problemas de:

- Deficiencia en el diseño del equipo
  - Baja calidad del material que se está comprando
  - Condiciones de operación diferentes a las previstas
  - Ajustes y regulación fuera de las especificaciones
  - Deterioro proveniente de un almacenaje inadecuado
  - Deficiencia en los responsables de las operaciones
- b) Entre los materiales o piezas que se encuentran en inventario, existen aquellos que precisan ser sometidos a un mantenimiento preventivo, a fin de tenerlos en condiciones normales de uso.
- c) La Unidad de mantenimiento debe verificar periódicamente, en forma conjunta con el Departamento de almacén lo siguiente:
- ¿Existen piezas en inventario que ya no son de utilidad para la unidad de mantenimiento, ni para ninguna otra unidad de la empresa?
  - ¿Existen materiales que sobraron de trabajos ya concluidos?
  - ¿Existen materiales obsoletos?
  - ¿Cuál es el estado de conservación de todas las piezas y materiales que se encuentran en almacén?

Estas verificaciones tienen como objetivo determinar que materiales pueden ser retirados de almacén y transformarse en ingresos.

## **6.5 Flujo de la Información**

La información es de vital importancia en lo que se refiere a mantenimiento, tanto en las relaciones diarias entre los integrantes de la brigada, como en un sistema de registro que permita rescatar información necesaria para la gestión.

Se deben incentivar las relaciones informales, pues ellas permiten una mayor fluidez de la información, intensifican el espíritu de grupo, contribuye a desarrollar un mejor ambiente de trabajo, entre otras. Sin embargo, existen situaciones en la que es importante la memorización escrita de la información, y es por esto que se hace indispensable determinados procedimientos escritos y hojas o formatos de registro de actuación y de trabajos realizados.

## **6.6 Estructura Orgánica Departamento de Coordinación Técnica**

El Departamento de Coordinación Técnica es responsable de la programación, control análisis del mantenimiento y del registro y monitoreo de la información. Para el correcto desempeño de su gestión y por lo importante de su función debe contar con una estructura orgánica adecuada.

Un organigrama es la representación gráfica de la estructura orgánica de una institución o de una de sus áreas o unidades administrativas, en las que se muestran las relaciones que guardan entre sí los órganos que la componen.

El organigrama del Departamento de Coordinación Técnica será representado de forma vertical, ya que las unidades se desplazan según su jerarquía de arriba hacia abajo.

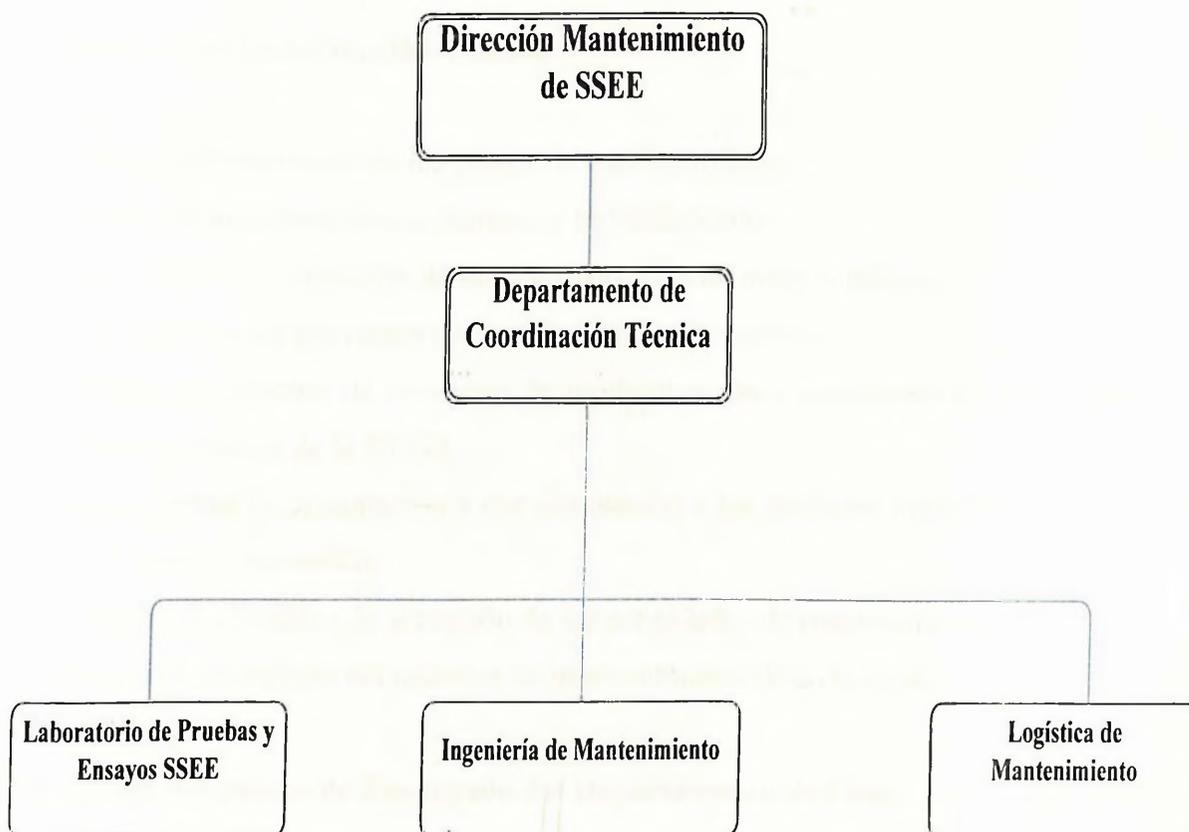


Figura 6.1, Organigrama propuesto Depto. Coordinación Técnica

### **6.6.1 Funciones**

#### **Departamento Coordinación Técnica**

- Dirigir la elaboración de los planes de mantenimiento
- Controlar la elaboración de normas y procedimientos
- Coordinar la contratación de bienes y servicios de mantenimiento.
- Participar en los proyectos de Investigación y Desarrollo.
- Dirigir la ejecución de proyectos de modernización y adecuación de instalaciones de la subestaciones de la ETED.
- Proporcionar la información y documentación a las unidades operativas de acuerdo a su ámbito de actuación.
- Asegurar un registro de actuación de las actividades de mantenimiento
- Asegurar un registro del historial de mantenimiento de cada equipo.

#### **Requisitos del puesto de Encargado del Departamento de Coordinación Técnica**

- Graduado de Ingeniería Eléctrica, Electromecánica, industrial o carreras afines.
- Estudios especializados en Mantenimiento de Subestaciones
- Liderazgo
- Alto sentido de la organización y de la prevención
- Pensamiento analítico
- Trabajo en equipo

## **Ingeniería de Mantenimiento**

Es el responsable de asegurar y actualizar un registro del historial del mantenimiento de cada equipo y de proporcionar los conocimientos necesarios para diseñar e implementar las técnicas y tecnologías de mantenimiento, así como sistemas de gestión de mantenimiento adecuados a la realidad de la empresa.

- Supervisar proyectos de modernización y adecuación de instalaciones de SSEE
- Actualizar la correspondencia de la Base de Datos y documentación de Mantenimiento con la realidad de los Sistemas.
- Colaborar en la elaboración de normas, procedimientos

## **Requisitos del puesto de Encargado de la sección Ingeniería de Mantenimiento**

- Graduado de Ingeniería Eléctrica, Electromecánica, industrial o carreras afines  
Estudios especializados en Mantenimiento de Subestaciones
- Proactivo
- Autoconfianza
- Trabajo en equipo

## **Laboratorio de prueba y ensayo**

Es el responsable de evaluar y analizar la gestión, los recursos y el alcance del mantenimiento y los procedimientos, estimar el nivel de conservación y deterioro así como la incidencia que estos dos aspectos puedan tener sobre el riesgo y el grado de protección del equipo.

- Elaborar Protocolos de Prueba de Equipos de Mantenimiento con otras Unidades y autorizar la puesta en servicio de nuevos Equipos, estableciendo especificaciones de diseño, adquisición y montaje de nuevas instalaciones.

- Analizar incidencias, averías y puntos críticos, adoptando soluciones.
- Analizar los resultados del mantenimiento preventivo y correctivo realizado a las instalaciones.
- Colaborar en la elaboración de normas, procedimientos

### **Requisitos del puesto de Encargado de la sección de Laboratorio de prueba y ensayo**

- Graduado de Ingeniería Eléctrica , Electromecánica o industrial
- Estudios especializados en Mantenimiento de Subestaciones
- Proactivo
- Autoconfianza
- Trabajo en equipo
- Pensamiento analítico
- Metódico
- Minucioso

### **Logística de Mantenimiento**

Es el responsable de planificar el uso de los recursos (personal, transporte, materiales básicos) en las actividades de mantenimiento y analizar y mantener las relaciones con los proveedores en términos de calidad, precio y tiempo.

- Dirigir la actividad logística de mantenimiento.
- Analizar nuevas alternativas tecnologías y nuevos materiales.
- Mantener el inventario piezas de repuestos
- Calcular el personal para el mantenimiento
- Colaborar en la elaboración de normas, procedimientos

### **Requisitos del puesto de Encargado de la sección de Logística de Mantenimiento**

- Graduado de Ingeniería Industrial o eléctrico
- Conocimientos en Mantenimiento de Subestaciones
- Estudios especializados en Gestión de logística
- Proactivo
- Autoconfianza
- Trabajo en equipo
- Pensamiento analítico

### **6.7 Discusión.**

De los resultados obtenidos se determinaron los siguientes puntos de interés:

- a) El objeto de este tema es hacer ver la importancia de lograr que las subestaciones tengan una disponibilidad al cien por ciento, así como una alta confiabilidad; esto quiere decir que no debe afectarse en absoluto la continuidad en el servicio que ofrece la empresa de transporte de energía y que el equipo opere sin riesgos de fallas.
- b) Aunque el equipo sea de buena calidad, y se tenga un buen mantenimiento preventivo y periódicamente se hagan pruebas de diagnóstico (mantenimiento predictivo), siempre existe la probabilidad de que algún elemento falle, por ejemplo, descargas eléctricas, por corrosión ambiental severa o por cualquier otra causa. En estos casos debemos contar con un efectivo mantenimiento correctivo.
- c) Si contamos con material de reserva para sustituir rápidamente el equipo con problemas, se tiene información técnica a la mano, así como personal capacitado; se pueden abatir tiempos y no perder eficacia.
- d) Por lo riesgoso de este trabajo se debe estar al día en el desarrollo tecnológico y capacitar continuamente al personal y motivar el uso de los equipos de seguridad.

## **Capítulo VII: Resultados Finales**

### **7.1 Recomendaciones**

Luego del estudio del tema tratado en este trabajo de grado consideramos importante la aplicación de lo siguiente:

Desarrollar e implementar un programa adecuado de mantenimiento preventivo que trae consigo beneficios entre los cuales podemos destacar los siguientes:

**Aumento de la vida útil de los equipos:** en teoría el mantenimiento preventivo podría prolongar infinitamente la vida de un equipo; sin embargo esto no es viable, pues a partir de un cierto nivel de desgaste y de obsolescencia y dependiendo del equipo y de sus condiciones de trabajo, los costos del mantenimiento preventivo son muy altos, al punto de ser más económico reemplazarlo.

**Aumento de la confiabilidad del servicio:** la falta de mantenimiento preventivo puede en cualquier instante, paralizar parcial o totalmente el servicio, y cuanto mayor sea la expectativa de esta paralización, menor será la confiabilidad de producción.

**Costos más bajos:** a través de la planificación del mantenimiento preventivo es posible optimizar los recursos de mano de obra, materiales, equipos y transporte.

**Una moral más elevada del personal:** el mantenimiento preventivo minimiza sustancialmente la aparición de situaciones de emergencia, en las cuales el personal de mantenimiento es forzado a trabajar bajo presión a fin de restablecer el sistema lo más rápido posible. Algunas veces esta situación genera conflictos entre el personal.

Es de suma importancia, que las personas que realizan trabajos eléctricos, tomen conciencia del riesgo que implica actuar desprevenidamente al enfrentar actividades de tipo eléctrico, y tengan presente que las consecuencias pueden ser muy desafortunadas.

Considerando la necesidad de que el técnico de mantenimiento pueda hacer su trabajo en contacto directo con el conductor, se recomienda la Ropa Conductiva para Trabajo en Línea Viva en Extra Alta Tensión; la ropa se liga al conductor colocando al técnico de mantenimiento al mismo potencial, sin que el mismo actúe como conductor, lo que le permite trabajar directamente con sus manos en los herrajes. De este modo se incrementa la eficiencia y eficacia del mantenimiento en las subestaciones de transmisión, sin poner en peligro al técnico y sin interrumpir el servicio al usuario.

Preparación de un archivo técnico, agrupando toda la información existente sobre las instalaciones y sus equipos a los que esta Dirección les proporciona mantenimiento. De modo que se forme un registro cada vez que una subestación sea intervenida. De esta forma se implantará un sistema de monitoreo que nos permita inclusive predecir posibles fallas, llevando esto a una alta confiabilidad del proceso de mantenimiento.

El sistema propuesto no se llevaría a cabo si la unidad encargada de la programación y manejo de información no cuenta con una estructura orgánica que la sustente. Por lo que se recomienda la estructura orgánica del Departamento de Coordinación Técnica expuesto en este trabajo.

Este proyecto de grado tiene anexo un Manual de operación y mantenimiento para la Dirección de Subestaciones de la ETED, el cual incluye procedimientos generales de los equipos a la que esta le suministra servicio, así como, hojas o formatos de registro de información. Se recomienda que al mismo se complemente con los instructivos de trabajos por actividad que se realizan en estos equipos.

Por ultimo, se recomienda un programa de capacitación y adiestramiento para el personal que interviene en una subestación, tomando como base el texto de este Manual. El mismo debe servir como inducción para el personal que ingrese a laborar en esta área de la empresa.

## **Capítulo VIII: Conclusiones**

El mantenimiento en subestaciones se convierte en una función importante dentro de las empresas del sector eléctrico, debido a que de un correcto mantenimiento, y de la reducción de fallas mediante la prevención, dependerá la continuidad de este importante servicio. Es sabido que no se podrán reducir a cero las fallas de un sistema eléctrico, pero lo importante será evitar la ocurrencia de aquellas fallas que pudieron haberse prevenido, en especial las que pudieron causar serias averías o la destrucción de los equipos de la subestación, por ser estos de elevado costo y además de que su reemplazo o reparación implica la movilización de recursos humanos y materiales, con su consecuente costo económico, sin mencionar el tiempo de parada del servicio y las multas que esto podría implicar. El mantenimiento preventivo, adecuadamente orientado, se encargaría de prevenir estas consecuencias.

Aún así, en caso de presentarse un incidente que requiera la intervención del mantenimiento correctivo, éste deberá efectuarse de manera ordenada y eficiente, para evitar retrasos por imprevistos y lograr restablecer el servicio lo antes posible.

El Mantenimiento no es estático, como cualquier ingeniería debe estar en constante evolución, por lo cual, una gestión de mantenimiento, aplicada a cualquier sistema, deberá estar siempre bajo análisis y revisión de procedimientos

Finalmente, se puede apreciar en el desarrollo de la actividad de mantenimiento, que los encargados de la misma, no sólo necesitan conocimientos y experiencia relativa a su área de trabajo, es también necesario que cuente con conocimientos de Reingeniería, Administración, Manejo de Costos, Toma de Decisiones, Recursos Humanos y Seguridad Industrial, para mencionar algunos. Una Gestión de Mantenimiento bien llevada puede significar para la empresa una buena inversión con resultados satisfactorios.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Harper Enríquez, 2006, Pruebas y mantenimientos a equipos eléctricos. 1ra Ed., México, Editora Limusa.
- Harper Enríquez, 2002, Elementos de diseño de subestaciones eléctricas. 2da Ed., México, Editora Limusa.
- Enrique Do unce Villanueva, 1973, Administración en el Mantenimiento 1ra Ed.
- ETED, Memoria De la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana, 2007.
- UNION FENOSA, Procedimiento para la Planificacion y Programacion del Mantenimiennto, PR-MTTO-01-001.
- Cutler-Hammer, Introducción a la Electricidad Basica. Modulo II.
- Cutler-Hammer, Transformadores. Modulo IV.
- Cutler-Hammer, Interruptores. Modulo VI.

## INTERNEGRAFIA

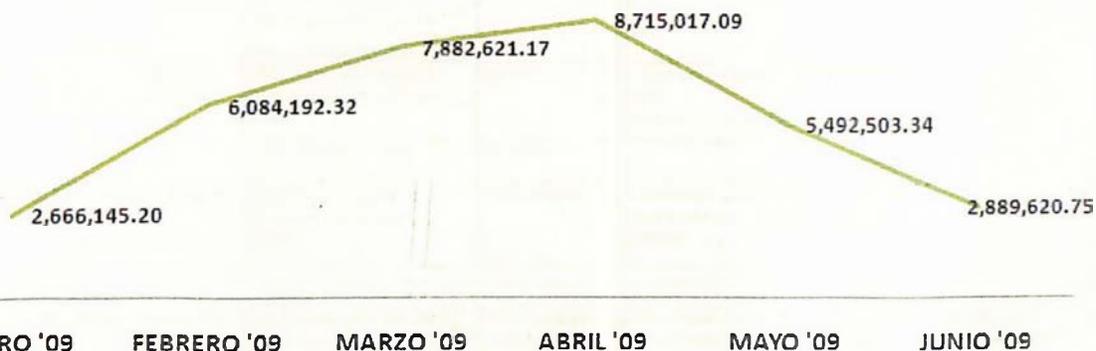
- Rocha Murillo Gerardo, Mantenimiento en Subestaciones Eléctricas,  
Disponible: [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_electrica\\_y\\_electronica/mantenimientosubestacionelectrica/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_electrica_y_electronica/mantenimientosubestacionelectrica/)
- Excelencia Empresarial,  
Disponible: [http://web.jet.es/amoarrain/Gestion\\_procesos.htm](http://web.jet.es/amoarrain/Gestion_procesos.htm)
- UAN (Universidad Antonio Nariño, Colombia),  
Disponible: <http://calidad.uan.edu.mx/diplomado/documentos/modulo2/maproc.pdf>
- Energía e Industria, Boletín iie, 1999,  
Disponible: <http://www.iie.org.mx/elec99/energia.pdf>
- Seguridad Industrial  
Disponible: <http://definicion.de/seguridad-industrial/>
- Occupational Safety and Health Administration - OSHA  
Disponible: <http://www.osha.gov/>  
[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/searchresults.category?p\\_text=ansi&p\\_title=&p\\_status=CURRENT](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/searchresults.category?p_text=ansi&p_title=&p_status=CURRENT)  
[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9785](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9785)

# Anexos

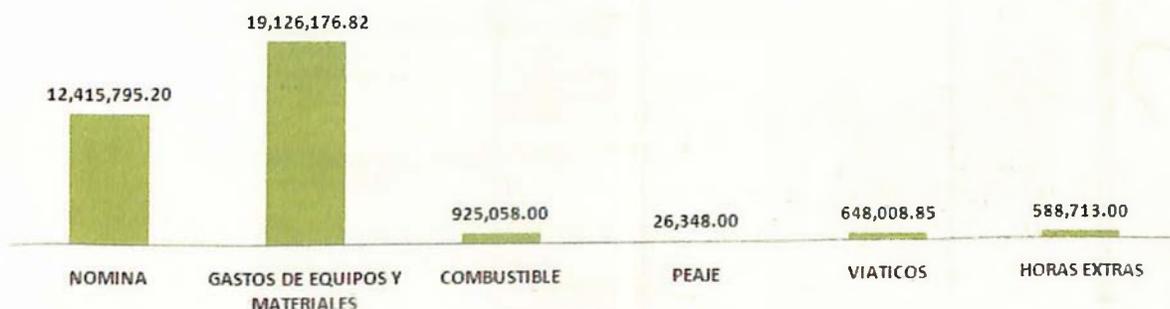
## Anexo 1: Balance económico enero - junio 09 de la Dirección de Mantenimiento de Subestaciones

DESCRIPCION	ENERO '09	FEBRERO '09	MARZO '09	ABRIL '09	MAYO '09	JUNIO '09	TOTAL
NOMINA	2,069,299.20	2,069,299.20	2,069,299.20	2,069,299.20	2,069,299.20	2,069,299.20	12,415,795.20
GASTOS DE EQUIPOS Y MATERIALES	331,210.00	3,616,790.27	5,333,892.97	6,296,333.89	3,122,122.14	425,827.55	19,126,176.82
COMBUSTIBLE	153,030.00	145,542.00	137,956.00	155,700.00	154,900.00	177,930.00	925,058.00
PEAJE	0	4,390.00	5,214.00	9,845.00	3,905.00	2,994.00	26,348.00
VIATICOS	62,205.00	114,913.85	207,395.00	68,315.00	71,735.00	123,445.00	648,008.85
HORAS EXTRAS	50,401.00	133,257.00	128,864.00	115,524.00	70,542.00	90,125.00	588,713.00
<b>TOTAL</b>	<b>2,666,145.20</b>	<b>6,084,192.32</b>	<b>7,882,621.17</b>	<b>8,715,017.09</b>	<b>5,492,503.34</b>	<b>2,889,620.75</b>	<b>33,730,099.87</b>

### Gasto Mensual Enero - Junio '09



### Gasto Mensual por Renglon Enero - Junio '09



Anexo 2: Balanced Scorecard de la Dirección de Mantenimiento de Subestaciones-ETED

**EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DOMINICANA (ETED)**

PLAN ESTRATÉGICO 2006 - 2012

MATRIZ DEL CUADRO DE MANDO

Área Funcional: **DIRECCIÓN MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES** Fecha: Diciembre 2008

Mapa Estratégico		Balanced Scorecard		Plan de Acción (Operativo 2009)	
Objetivos		Indicadores	Metas 2009	Iniciativas	Presupuesto
<b>Perspectiva Financiera</b>					
<b>F1. Reducir Gastos Operativos y Penalidades</b>	<b>F1.1</b> % Gastos de Operaciones y Mantenimiento de SSEE con Relación al 2008	20%		<ul style="list-style-type: none"> <li>Proyecto mejoramiento del proceso de mantenimiento de SSEE.</li> <li>Levantar las causas y montos de las sanciones y compensaciones</li> <li>Desarrollar Plan de Mejoramiento a partir de las causas identificadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incluido en el Presupuesto del AF (Año Fiscal)</li> </ul>
	<b>F1.2</b> % Mantenimiento Realizados Simultáneamente en Ambas Terminales (Puntas)	90%			
	<b>F1.3</b> Monto de las sanciones y compensaciones por incumplimiento de la Ley General de Electricidad, de sus reglamentos y de sus instrucciones atribuible SS/EE	(Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trim)			
<b>F2. Cumplir con el presupuesto de Gastos e Inversión de la Dirección de SSEE</b>	<b>F2.1</b> Fecha de Entrega del Presupuesto de SSEE a la DSF	Sep-09		<ul style="list-style-type: none"> <li>Formular el Presupuesto de Gastos de SSEE</li> <li>Evaluar y Controlar Desempeño Presupuestario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incluido en el Presupuesto del AF (Año Fiscal)</li> </ul>
	<b>F2.2</b> Monto Ejecutado	90 a 100%			
<b>F3. Incrementar Ingresos por Concepto de Servicios de SSEE</b>	<b>F3.1</b> Monto Ingresos por Concepto de Servicios de SSEE	RD\$7 Millones		<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar el plan de servicios de SSEE contratados por las empresas del sector eléctrico</li> </ul>	

<b>Perspectiva del Cliente</b>						
<b>C1. Maximizar Nivel de Satisfacción del Cliente</b>	<b>C1.1</b> Puntuación Obtenida en la Encuesta de Satisfacción Cliente Externo	(Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trim)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar Plan de Mantenimiento Anual</li> <li>Plan Reemplazo de Equipos con Alta Probabilidad de Falla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incluido en el Presupuesto del AF (Año Fiscal)</li> </ul>	
	<b>C1.2</b> Evaluación General	(Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trim)				
	<b>C1.3</b> % de Disponibilidad del STN atribuible a Subestaciones	(Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trim)				
	<b>C1.4</b> Tiempo promedio de reposición de activos averiados/fallados.	(Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trim)				
	<b>C1.5</b> Nivel de Tensión Nominal atribuible a SS/EE [kV]	+/- 7.0 kV				
	<b>C1.6</b> Tasa de Fallas Globales (TFG) atribuible a SS/EE [Fallas/100KmAño]	(Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trim)				

<b>C1. Maximizar Nivel de Satisfacción del Cliente</b> Cont.....	<b>C1.7 Tasa de Fallas Globales (TFG) atribuible a SS/EE</b> [Fallas/100KmAño] Líneas 69 kV			
	<b>C1.8 Tasa de Fallas Globales (TFG) atribuible a SS/EE</b> [Fallas/100KmAño] Líneas 138 kV			
	<b>C1.9 Duración Total Indisponible Globales (DTG) atribuible a SS/EE [Hs/Año]</b>	(Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trim)		
	<b>C1.10 Duración Total Indisponible Globales (DTG) atribuible a SS/EE [Hs/Año] Líneas 69 kV</b>			
	<b>C1.11 Duración Total Indisponible Globales (DTG) atribuible a SS/EE [Hs/Año] Líneas 138 kV</b>			
	<b>C1.12 Duración Excedida por Indisponibilidad Programada atribuible a transmisión (DTPG) [Hs/Año]</b>	*Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trim		
	<b>C1.13 Duración Excedida por Indisponibilidad Programada atribuible a transmisión (DTPG) [Hs/Año] Líneas 69 kV</b>			
	<b>C1.14 Duración Excedida por Indisponibilidad Programada atribuible a transmisión (DTPG) [Hs/Año] Líneas 138 kV</b>			
<b>C1.15 Subsistema /Equipo con probabilidad de falla mayor de un 10%.</b>	(Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trim)			
<b>Perspectiva Procesos Internos</b>				
<b>I1. Mejorar el Proceso de Mantenimiento de SS/EE</b>	<b>I1.1. % de Avance del Plan de Mantenimiento</b>	Incluir Meta	• Proyecto mejoramiento proceso de mantenimiento correctivo	• Includo en el Presupuesto del AF (Año Fiscal)
	<b>I1.2. Fecha de Envío del Programa de Mantenimiento</b>	Incluir Meta		
<b>I2. Asegurar cumplimiento con las Normas y Procedimiento Técnicos y de Seguridad de Mantenimiento SSEE</b>	<b>I2.1 % RAC (Revisiones de Aseguramiento de la Calidad) de SSEE realizados.</b>	(Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trim)	• Programa de Aseguramiento de la Calidad de Mantenimiento de SS/EE.	• Includo en el Presupuesto del AF (Año Fiscal)
	<b>I2.2 Puntuación Promedio del total de las RAC realizadas.</b>	(Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trim)		
	<b>I2.3 % de Cumplimiento/Avance del Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo Anual.</b>	75%		

Perspectiva Aprendizaje y Crecimiento					
A1. Desarrollar Capital Humano	A1.1. % Posiciones Estratégicas Cubiertas.	100%		• Elaborar Informe de Disponibilidad y Desarrollo de Capital Humano de SS/EE	• Includo en el Presupuesto del AF (Año Fiscal)
	A1.2. % de Avance del Perfil de Capacitación Estratégica.	100% de lo Programado		• Desarrollar Plan de Capacitación Estratégica SS/EE	
	A1.3. % Empleados con Planificación y Evaluación del Desempeño Individual Completadas	100%		• Implementar Programa de Planificación y Evaluación del Desempeño Individual de Personal SSEE	
A2. Desarrollar el Capital Organizacional	A2.1 Resultado Promedio de las Preguntas de la Encuesta de Opinión de los Empleados en lo referente a Nivel de Satisfacción	(Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trím)		• Programa de Desarrollo del Liderazgo, la Capacitación y del Desempeño del Staff de la SSEE	• Includo en el Presupuesto del AF (Año Fiscal)
	A2.2. Resultado Promedio de las Preguntas de la Encuesta de Opinión Empleados en lo referente a Liderazgo Empresarial	(Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trím)			
	A2.3. Resultado Promedio de las Preguntas de la Encuesta de Opinión de los Empleados en lo Referente a Alineamiento Organizacional	(Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trím)			
	A2.4. Fecha de entrega BSC SS/EE	Establecer meta			
	A.2.5 Fecha de Entrega Plan Operativo	15/11/09			
	A.2.6. % Asistencia Reuniones de Revisión del Plan Estratégico y Operativo	(Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar			
	A.2.7 Fecha de Entrega Reporte de Desempeño (Memonía) SS/EE	15/11/09			
	A2.8. % Empleados con Objetivos Orientados al BSC	Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trím.			
	A2.9. % de Desviación del Resultado de la Evaluación Anual del Desempeño Individual con Relación al Force Ranking	Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trím.			
	A2.10. % de Solicitudes de Estudio y Opinión Respondidas Oportunamente	100%			
	A2.11. Efectividad de Respuesta a Solicitud de Estudio y Opinión	100%			
	A2.12. % Del Tiempo de Trabajo Disponible Dedicado a Planificación Técnica y Operativa	30%			
	A2.13. Índice de Puntualidad a Convocatorias	100%			
	A2.14 Número de Nuevas Ideas/Iniciativas Originadas	Medir, Levantar Línea de Referencia y Fijar Meta a Partir del 1er Trím.			
	A2.15 % de las Nuevas Ideas/Iniciativas Originadas que se Implementan	100%			
A3. Desarrollar el Capital Información e Infraestructura	A3.1. % de Sistemas de Información Identificados Necesarios Implementados.	100%			• Includo en el Presupuesto del AF (Año Fiscal)
	A3.2. % Empleados en Posiciones Clave con Acceso a Información Estratégica	90%			
	A3.3. Número de PC por Empleados Aplicables	1			

Anexo 3: Estrategias resultado del taller de planificación estratégica impartido por la empresa Quantum Consulting

FO4 - Gestion Negocios nacionales e internacionales (F25-F30-F31-F32-O3)	Administración General
FO5 - Plan de Mercadeo de la ETED (F9-F26-F30-F31-O7-O9)	Administración General
DA1 - Implementar plan de carrera administrativa y compensacion y beneficios (D4-D14-A1)	Administración General
FO7 - Presentar plan de gestion financiera para aprobacion de financiamientos externos (F12-F25-F26-F29-F30-F31-F32-O2)	Administración General y Dir. Proyectos y Dir. Finan.
DO1 - Fortalecimiento de la gerencia de los Recursos Humanos (D4-D14-O6-O7)	Dirección Administrativa
DO2 - Automatizacion Integrada de los Procesos Administrativos (D5-O6)	Dirección Administrativa
FA2 - Implementar planes de ahorro y racionalizaciones de recursos (F12-F30-F31-A5-A7-A8-A9-A10-A13)	Dirección Administrativa
FO3 - Adquirir, desarrollar e implementar Hardware y software para complementar los procesos de la empresa (F2-F12-O6)	Dirección Administrativa
DA2 - Planificacion y Ejecucion de compras de urgencia (D5-D22-A3)	Dir Adm. y Dir. Operativas
DO5 - Desarrollar "focus group" multidisciplinarios (D10-D11-O1-O4-O7)	Dir adm.y Dir. Planificación
DO8 - Crear Sistema de Seguridad Industrial (D23-O6-O7)	Dir adm.y Dir. Planificación
DA3 - Gestionar Modificacion normativa de procesos de compras y Automatizacion Integrada de los Procesos (D5-D22-A3)	Dir Adm.,Dir. Jurídica y los comites de compras
FA1 - Implementar plan de carrera administrativa y compensacion (F2-F9-F7-A1)	Dir. adm., y Administración General
DA5 - Desarrollo e implementacion programa de evaluacion del desempeño y el fomento a la participacion (D11-A1)	Dir adm.y Dir. Planificación
DO10 - Seguimiento al estudio y la aplicacion del VAT (D17-O8)	Dir. Comercial y Dir.Operaciones
FO6 - Aplicar plan de sensibilizacion en favor del VAT (F9-F32-O8)	Dir. Comercial, Dept Rel. Pub.y Admin Gen
DA6 - Crear Sistema Gestion de Calidad (D15-D21-D24-A1-A5-A7-A9)	Dirección de Planificacion
FA3 - Ejecucion del plan de expansion a tiempo (F2-F12-F25-F29-A1-A3-A7-A8-A10-A13)	Dirección de Proyectos
DO6 - Desarrollar unidad constructiva (D13-D17-D22-O3-O4)	Dirección de Proyectos
DO3 - Evaluacion e Implementacion software de mantenimiento (D8-O6)	Direcciones Operativas
DA4 - Reduccion de las causas que generan penalizaciones a ETED (D8-D13-D17-D18-D19-D22-D23-A5)	Direcciones Operativas
DO4 - Hacer Benchmarking con otras empresas de transmision para el acceso a tecnologías de mantenimiento (D8-O6)	Direcciones Operativas
DO9 - Crear normas institucionales para fortalecer la personeria juridica de ETED (D24-O7-O9)	Dir. Fin. y Dir. Jurídica
FA5 -Plan mitigacion crimenes y delitos en perjuicio de la ETED (F32-A11)	Dir Jurídica y Dir de Redes
FA4 - Aplicacion efectiva del plan de contingencia (F27-F28-F29-A3)	Direcciones Operativas
DO7 - Crear Sistema de Gestion de Calidad (D15-D18-D19-D21-O2-O6-O7)	Dirección de Planificacion
FO8 - Ejecutar plan de expansion (F12-F25-F31-O2-O3-O7-O8)	Dirección de Proyectos
FO2 - Ofertar servicios de mantenimiento de Subestaciones, Interconecion, Telecomunicaciones, SCADA e Ingenieria a otros clientes. (F2-F12-F7-O1-O4-O6-O7)	Dir. Subestaciones y Dir. Comercial
FO1 - Implementar Unidad de Negocio de Fibra Optica (F2-F3-F12-O1)	Dir Teléc., Dir Comercial y Administración General

Anexo 4: Lista de subestaciones de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana

Subestaciones por Zonas	
<b>Santo Domingo (D.N)</b>	
1	Villa Mella 138 kV
2	La 40 69 kV
3	Metropolitano 69 kV
4	UASD 69 kV
5	Capotillo 69 kV
6	Timbeque I 69 kV
7	Timbeque II 69 kV
8	Villa Duarte 138/69 kV
9	Los Mina 138 kV
10	Los Mina 69 kV
11	Invivienda 69 kV
12	Hainamosa 138/69 kV
13	Cesar Nicolas Penso 69 kV
14	Palamara 138/69 kV
15	Arroyo Hondo 69 kV
16	Km 10 1/2 69 kV
17	Bayona 69 kV
18	Los Prado 138 kV
19	Embajador 138 kV
20	Matadero 138 kV
21	Herrera Nueva 138/69 kV
22	Paraiso 138 kV
23	El Brizal 138 kV
<b>Zona Norte</b>	
48	Canabacoa 138/69 kV
49	Nivaje 69 kV
50	Gallera 138/69 kV
51	Zona Franca 69 kV
52	Navarrete 69 kV
53	Navarrete 138 kV
54	Puerto Plata I 138/69 kV
55	Puerto Plata II 138/69 kV
56	Playa Dorada 69 kV
57	Mao 138 kV
58	Dajabón 138 kV
59	Moncion 69 kV
60	Monte Cristo 138 kV
61	Moca 138 kV
62	Taveras 138 kV
63	López Angostura 69 kV
<b>Zona Este</b>	
24	Andres Interconexión 138 kV
25	Boca Chica 138/69 kV
26	Juan Dolio 138 kV
27	San Pedro I 138/69 kV
28	San Pedro II 138 kV
29	Romana 138/69 kV
30	Higüey 138 kV
31	Hato Mayor 69 kV
32	Seybo 138 kV
<b>Zona Sur</b>	
33	Haina I y II 69 kV
34	Haina III y IV 69 kV
35	Haina V 138 kV
36	Pizarrete 138/69 kV
37	15 de Azua 138/69 kV
38	Cruce Cabral 69 kV
39	Cruce de Ocoa 69 kV
40	Barahona 69 kV
41	Las Damas 69 kV
42	Valdesia 138 kV
43	Sabana Yegua 69 kV
44	Sabaneta 69 kV
45	Jigüey 138 kV
46	Aguacate 138 kV
47	Piisa 69 kV
<b>Zona Nordeste y Noroeste</b>	
64	La Vega 69 kV
65	Río Blanco 69 kV
66	Bonao 138/69 kV
67	Falcon TT2 69 kV
68	Falcon TT2 138 kV
69	Rincón 69 kV
70	Pimentel 69 kV
71	Nagua 138/69 kV
72	Sánchez 138 kV
73	Samana 138 kV
74	Hatillo 69 kV
75	San Francisco 138 kV
76	Salcedo 69 kV

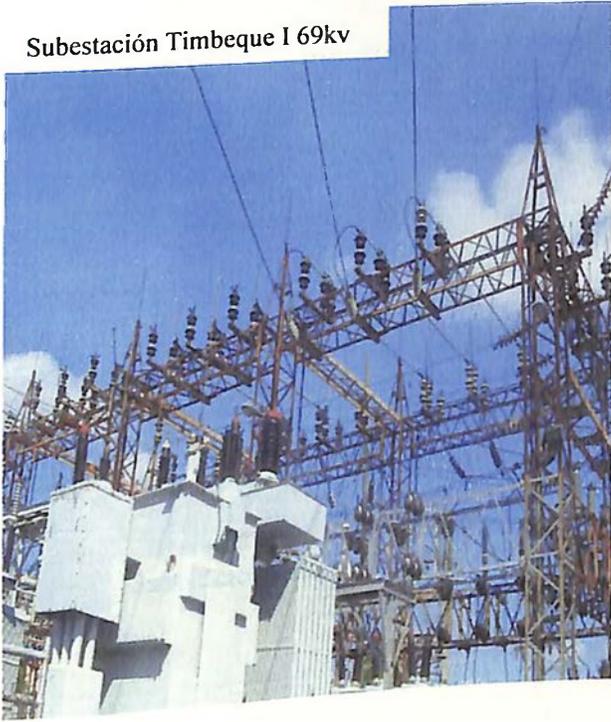
Anexo 5: Materiales básicos para la ejecución de los mantenimientos

<b>Materiales básicos en almacén para la realización del Mantenimiento</b>
Cepillo
Grasa de contacto
Tornillería
Trapos
Bomba de presión
Detector de tensión

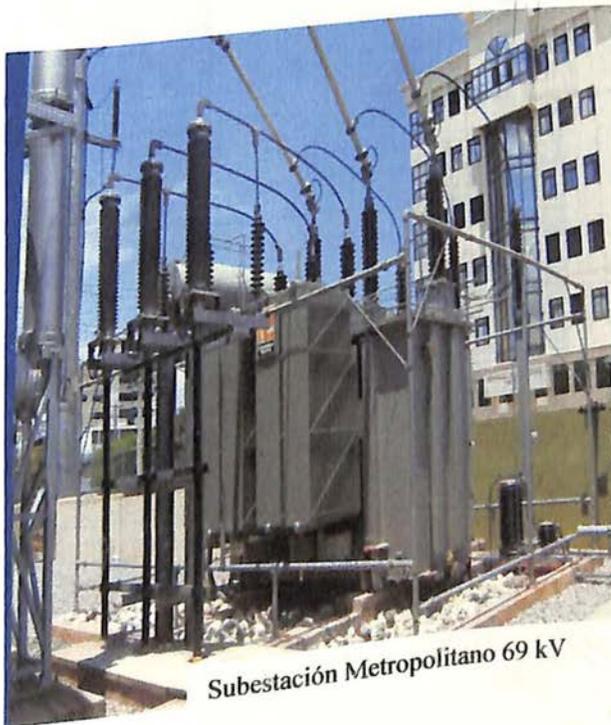
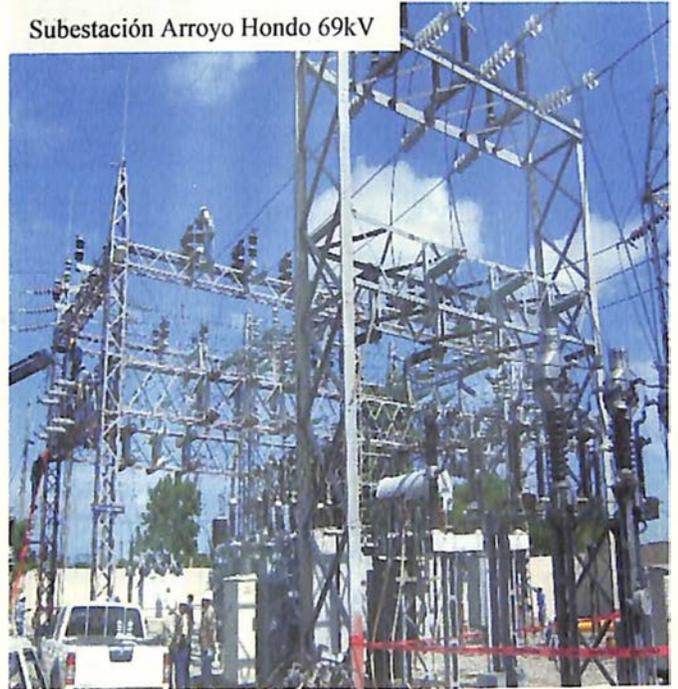
Las piezas de armadura de equipos son solicitadas a suplidores cuando surge la necesidad por su alto costo.

## Anexo 6: Imágenes

Subestación Timbeque I 69kv



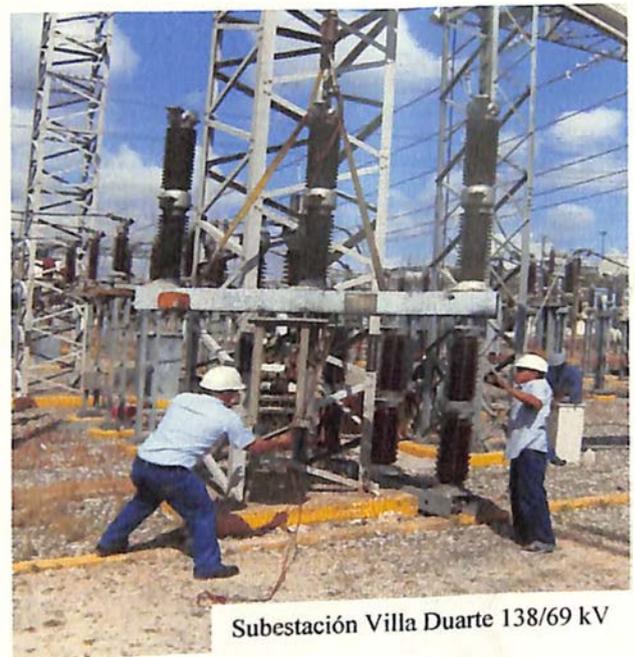
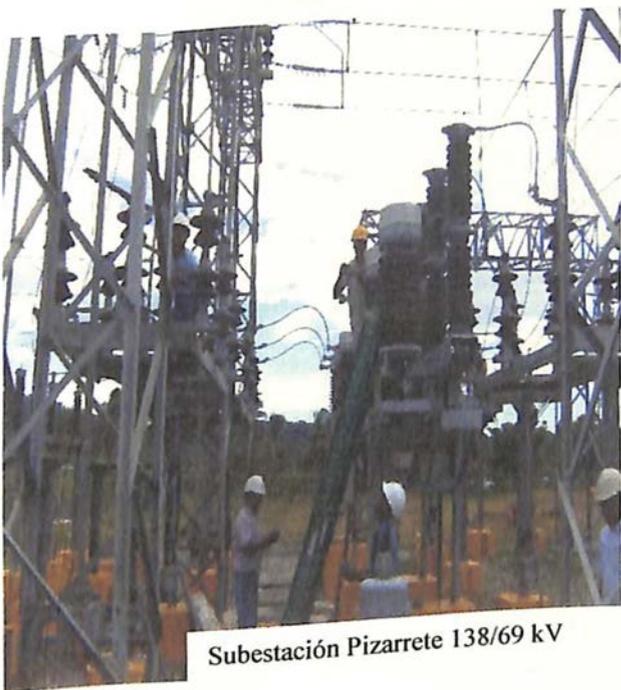
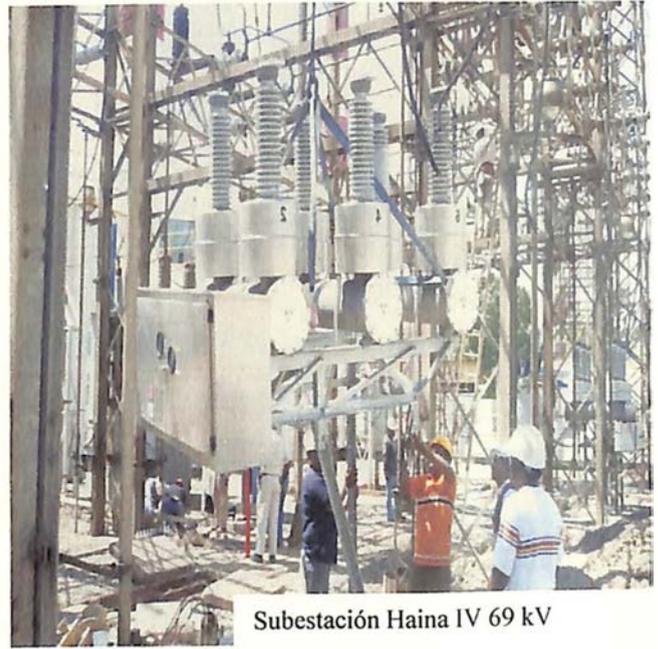
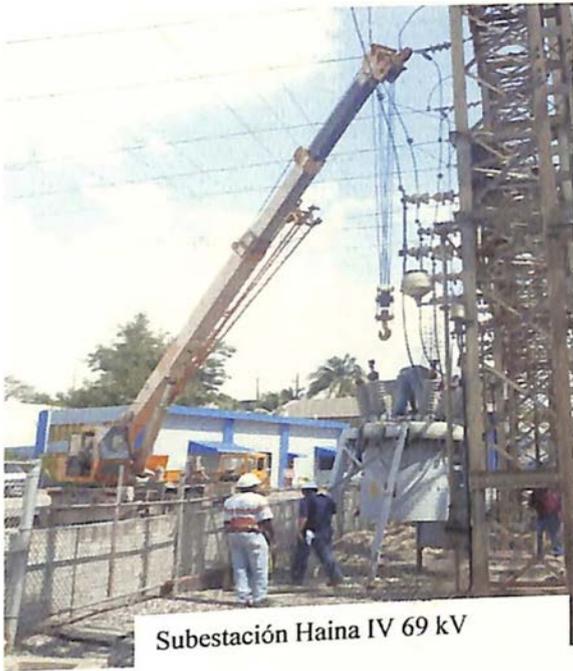
Subestación Arroyo Hondo 69kV



Subestación Metropolitano 69 kV



Corrección punto rojo Subestación Metropolitano 69 kV



# Glosario

## Glosario

**Aislantes:** Materiales que no liberan fácilmente electrones, restringiendo por consiguiente el flujo de corriente.

**ANSI:** Instituto **Nacional Estadounidense de Estándares** (ANSI, por sus siglas en inglés: American National Standards Institute) es una organización sin ánimo de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos. ANSI es miembro de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) y de la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC).

**Arco Eléctrico:** El efecto generado cuando la corriente eléctrica pasa por el espacio de aire entre dos conductores que no está en contacto.

**Autoproductores o cogeneradores:** Entidades o empresas que disponen de generación propia para su consumo de electricidad, independientemente de su proceso productivo, que eventualmente, a través del SENI, venden a terceros sus excedentes de potencia o de energía eléctrica.

**Balanced Scorecard:** es una herramienta de gestión para implementar estrategias.

**Batería:** Es todo elemento que es capaz de generar y entregar energía eléctrica a partir de una reacción química.

**Corriente Alterna:** La tensión obliga a los electrones a fluir en una dirección y después alternan rápidamente en la dirección opuesta.

**Corriente Directa:** La tensión obliga a los electrones a fluir continuamente en una dirección.

**Diagrama de flujo:** Un Diagrama de Flujo es una representación gráfica que muestra todos los procedimientos o pasos de un proceso.

**Diagrama Unificar:** representan todas las partes que componen a un sistema de potencia de modo gráfico, completo, tomando en cuenta las conexiones que hay entre ellos, para lograr así la forma una visualización completa del sistema de la forma más sencilla.

**Dieléctricos:** materiales que no conducen la electricidad, por lo que pueden ser utilizados como aislantes eléctricos.

**Espinterómetro:** es un aparato que sirve para medir la rigidez dieléctrica de un material, la cual se mide por la cantidad de voltios que producen la perforación del material.

**Frecuencia:** El número de ciclos en un segundo de corriente alterna. Se expresa en hertz (Hz). Por ejemplo, 60 Hz significan 60 ciclos por segundo.

**Inspección termografica:** Se utiliza, mediante el empleo de cámaras de termovisión infrarroja, para localizar defectos por calentamiento, particularmente en piezas de contacto de seccionadores, bornas y grapas de conexión de los equipos, tomando como referencia la temperatura ambiente y la de otra fase sana.

**Inspección visual:** Tiene la finalidad de revisar visualmente el estado exterior de los equipos, anotándose en una planilla los resultados de dicha inspección.

**Intensidad (Corriente):** El número de electrones que fluye a través de la sección transversal de un Conductor en un segundo, determina el amperaje.

**Inventario:** Cantidad de productos, materias primas, herramientas, etc., que es necesario tener almacenadas para compensar la diferencia entre el flujo del consumo y el de la producción. Constituye una inversión que permite asegurar en condiciones óptimas la continuidad del servicio y la explotación normal de la empresa.

**IPP:** (productor de energía independiente). Una entidad propietaria de instalaciones que generan energía eléctrica para su venta a compañías de servicios y consumidores, pero que no tiene un territorio de servicio o una obligación de servir a clientes.

**Manual de procedimientos:** es el documento que contiene la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones de una unidad administrativa.

**Organigrama:** representación gráfica de la estructura orgánica de una empresa u organización que refleja, en forma esquemática, la posición de las áreas que la integran, sus niveles jerárquicos, líneas de autoridad y de asesoría

**OSHA:** Ley de Seguridad e Higiene Laboral en los Estados Unidos. La ley, es diseñada para "asegurar, en la medida de lo posible, que todos los hombres y mujeres estadounidenses tengan condiciones laborales sanas y seguras para preservar los recursos humanos".

**Peaje de transmisión:** Suma de dinero que los propietarios de las líneas y de las subestaciones del Sistema de transmisión tienen derecho a percibir por concepto de Derecho de Uso y Derecho de Conexión.

**Pértiga:** herramienta aislante no conductora de electricidad provista de un gancho y de un elemento aislante, que sirve para manipular conductores y elementos sometidos a tensión eléctrica.

**Resistencia:** La resistencia al flujo de electrones.

**Riesgo:** Una fuente de peligro que puede causar heridas o la muerte, mientras se trabaja en equipos eléctricos energizados o cerca de los mismos.

**Rigidez dieléctrica:** es el valor límite de la intensidad del campo eléctrico en el cual un material pierde su propiedad aisladora y pasa a ser conductor. También podemos definirla como la máxima tensión que puede soportar un aislante sin perforarse. A esta tensión se la denomina tensión de rotura.

**Rigidez:** se utiliza porque cuando la materia transmite energía, vibra en su extensión llevando su mensaje de una molécula a otra. Cuando no vibra, pues está rígida y no transmite nada. Cuanto más rígida es, más aislante resulta.

**Tensión:** La fuerza aplicada a un conductor para liberar electrones, provocando el flujo de la corriente eléctrica.

*“Diseño del Proceso de Mantenimiento de Subestaciones de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED)”*

*Kalato*

**Kenia N. Mateo Batista**

*Esmerlin E.*

**Esmerlin E. Sención Núñez**

*Manuel Pérez*

**Ing. Manuel Pérez**  
(Consejero)

**MIEMBROS DEL JURADO**

*Julio Núñez Gil*

**Ing. Julio Núñez Gil**

*Ramón Montero*

**Ing. Ramón Montero Montero**

*Luciano Sbriz Zeitun*

**Dr. Luciano Sbriz Zeitun**

*Julio Núñez Gil*

**Ing. Julio Núñez Gil**  
Director de la Escuela de Ing. Industrial



**CALIFICACION** 96 / A

**Fecha:** 15 de septiembre del 2009