

CAPITULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.1. GENERALIDADES

La Subestación Eléctrica NOVACERO, está diseñada para trabajar a la intemperie, es de esquema de barra simple. Este esquema está conformado por una sola barra continua, a la cual se conectan directamente los diferentes tramos de la subestación.

El esquema de barra simple se lo utiliza principalmente por costo reducido, por su fácil operación e instalación, porque se requiere poco espacio físico para su construcción, y porque existe una mínima complicación en la conexión de los equipos y en el esquema de protecciones. Se debe tomar en cuenta, que con este esquema, no existe flexibilidad en las operaciones y para actuar en problemas de mantenimiento se tiene que llegar hasta a la desconexión.

El mantenimiento de un disyuntor exige la salida completa del tramo involucrado. Si ocurre una falla en barra interrumpe el servicio totalmente. En el Anexo A01 se muestra el diagrama unifilar de la Subestación NOVACERO.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA NOVACERO S.A.

(1*) NOVACERO Planta Lasso, se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi, en el km. 15 de la Panamericana Norte, en el sector de Mulaló. NOVACERO se encarga de producir varillas corrugadas para la construcción, y perfiles estructurales laminados en caliente.

Al momento se recibe el suministro de energía eléctrica por parte de la empresa de distribución eléctrica Cotopaxi ELEPCO S.A.; esto se lo hace a un nivel de voltaje de 13.8 kV. Esta alimentación tiene una longitud aproximada de 1200 m, y tuvo un aislamiento para 13.8 kV la cual tuvo que ser extraída para que se construya la nueva alimentación a 138 kV y se tiene una acometido provisional.

NOVACERO dentro de su expansión ha considerado la incorporación de un Horno Eléctrico de Arco Directo (EAF), el mismo que entrará en funcionamiento a partir de Febrero del 2009. La demanda del mismo será de 18MVA. Además, la planta contará con otras cargas de características más comunes como son: laminadora, planta de agua, bombas de agua y otros elementos cuya potencia en total será de 12MVA. De esta manera se completa la demanda solicitada por NOVACERO, la cual es de 30 MVA.

Novacero S.A. ha realizado la compra de los equipos basado en las especificaciones y NORMAS entregadas por TRANSELECTRIC S.A., debido a que rigen para la bahía de control, protección y medición; y también para la subestación, Este es el preámbulo para que la Subestación NOVACERO se constituya como requerimiento urgente en función de costos.

1.2.1 ACOMETIDA

Con el antecedente, nació la necesidad de tener una conexión a un voltaje de 138 kV. Esto se lo realizará mediante una línea de transmisión, de aproximadamente 1200 metros de longitud, conectada a la barra de 138 kV en la subestación Mulaló de propiedad de TRANSELECTRIC S.A. Para esta transmisión se utilizan estructuras metálicas con las cuales se cumple con toda la regulación que establece TRANSELECTRIC S.A. para las líneas a 138kV.

1.2.1.1 ESTRUCTURAS.

(3*) Las estructuras metálicas son reticuladas auto soportadas tipo monobloque con dimensiones de 1.40m x 1.40m con una altura de 20m para las líneas y 30m de altura total, con la cual se mantienen las distancias de seguridad que establece TRANSELECTRIC S.A. para las líneas a 138kV.

La línea esta conformada por seis estructuras; 5 de ellas son metálicas y una de hormigón, hasta llegar al pórtico de entrada. En el Anexo A02 se puede observar la disposición de las torres.

Otra característica principal que dispone la línea de transmisión para el apantallamiento con un ángulo de 22° , con un nivel de soportabilidad de hasta 90Km/h así como las cargas normales y eventuales que se presenten en la operación de la línea de transmisión, los factores de seguridad con los que se estableció el diseño mecánico de las torres son:

Para cargas normales:	1.4
Para cargas de viento:	1.5
Para cargas eventuales:	1.4

1.2.1.2 CONDUCTORES:

La transmisión de los 60 Mva que prevé NOVACERO esta asegurada para potencia de 18MW con la utilización del conductor de aluminio tipo ACAR 300 en un simple circuito, un solo conductor por fase con las siguientes características:

Denominación: ACAR.

Calibre: 300 Kcmil.

Composición: 12 hilos de aluminio y 7 de aleación.

Diámetro: 15.95mm.

Para el cable de guardia se utiliza un cable de acero de 3/8 de pulgada de alta resistencia con las siguientes características:

Calibre: 3/8 de pulgada

Composición: Acero

Diámetro: 9.53mm.

Peso por metro: 9.53mm.

1.2.2 BAHÍA NOVACERO EN SUBESTACIÓN MULALÓ Y LA SUBESTACIÓN NOVACERO S.A.

A continuación se presentan las especificaciones técnicas de los equipos de patio para control, medición y protección de la Bahía Novacero en la Subestación Mulaló,

cabe destacar que para la selección de cada uno de estos equipos se han tomado en cuenta las especificaciones técnicas pedidas por TRANSELECTRIC S.A. En el Anexo A01 se puede observar mas detalles.

(7*)De acuerdo al requerimiento del esquema de la Subestación Mulaló que es de Barra Principal y Barra de Transferencia, las cantidades de equipos necesarios.

Mientras que para cumplir con los requerimientos de potencia para toda la empresa fue necesario la implementación de una subestación de 138kV/ 18kV–13,8kV que sea de propiedad de NOVACERO, al momento la Subestación se encuentra en condiciones de operación, pero aun no esta en carga total debido a que todo el proyecto aun no se encuentra concluido.

(2*) La Subestación NOVACERO tiene en una extensión de terreno de 100 m x 78m. La misma está constituida por un auto-transformador de 60 MVA a 138 KV y dos transformadores de potencia, el primero de 20 MVA 138kV/18 kV para alimentar al EAF (Horno Eléctrico de Arco directo), y el otro de 20 MVA 138kV/13,8 kV para alimentar al resto de la planta, quedando el último como proyección.

A continuación se presenta una lista de equipos que componen la Subestación Novacero, en esta se puede constatar la cantidad, descripción. Todos sus componentes a la fina van hacer que la Subestación Novacero S.A. cumpla con su objetivo, en esta lista se detalla físicamente el inventario de sus componentes.

1.2.3. EQUIPOS CANTIDAD:

Se refiere a todo los equipos utilizados para cumplir con la transformación de la energía a niveles aprovechamiento y estos son:

TABLA 1. EQUIPOS DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA NOVACERO.

EQUIPOS		
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO/ARTICULO	JUSTIFICACIÓN
1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 138/13.8 kV 20MVA	OPERACIÓN
1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 138/18 kV 20MVA	OPERACIÓN
1	AUTOTRANSFORMADOR DE POTENCIA 138 kV 60MVA	OPERACIÓN
5	SECCIONADORES DE APERTURA CEN TRIP138 kV	OPERACIÓN
2	SECCIONADORES DE APERTURA LAT TRIPOL DE 25kV	OPERACIÓN
4	DISYUNTORES DE POTENCIA EN SF6	OPERACIÓN
2	BREAKERS EN VACIO DE 15Kv	OPERACIÓN
12	PARARRAYOS 138Kv	OPERACIÓN
6	PARARRAYOS 27Kv	OPERACIÓN
12	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 1200/5	OPERACIÓN
6	TRANSFORMADORES DE POTENCIAL 138/115√3	OPERACIÓN
18	ESTRUCTURAS A PARA 138Kv	OPERACIÓN
16	MÁSTILES DE PROT. DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	OPERACIÓN
2	PÓRTICO 138Kv	OPERACIÓN
1	PÓRTICO 18Kv	OPERACIÓN
1	PÓRTICO EN L 13.8	OPERACIÓN
9	PEDESTALES PARA AISLADORES DE 138kV	OPERACIÓN
3	PEDESTALES PARA AISLADORES DE 13.8kV	OPERACIÓN
3	PEDESTALES PARA AISLADORES DE 18kV	OPERACIÓN
3	REACTORES EN SERIE 18KV	OPERACIÓN
1	FILTRO PARA 3° ARMÓNICA 18Kv	OPERACIÓN
1	FILTRO PARA 4° ARMÓNICA 18kV	OPERACIÓN
1	FILTRO PARA 5° ARMÓNICA 13.8Kv	OPERACIÓN
3	TABLEROS DE CONTROL DE RELÉS	OPERACIÓN
3	TABLEROS DE CONTROL DE BREAKERS SF6	OPERACIÓN
1	CENTRO DE CARGA 1 220/110	OPERACIÓN
1	CENTRO DE CARGA 2 220/111	OPERACIÓN
1	TABLERO DE TRANSFERENCIA MANUAL	OPERACIÓN
1	TABLERO DC 1	OPERACIÓN
1	TABLERO DC 2	OPERACIÓN
1	CARGADOR DE BATERÍAS	OPERACIÓN
128	AISLADORES TIPO DISCO ANSI	OPERACIÓN

1.2.3.1. TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Los transformadores de potencia cumplen con una función muy importante en los sistemas eléctricos de potencia, transforman el voltaje del sistema en un nivel nominal a otro que debe ser capaz de transportar el flujo de potencia en forma continua hacia una parte particular del sistema o en este caso hacia la carga, por todo esto se dice que el transformador de potencia es el equipo más pesado, más grande, complejo y también más costoso de los equipos de una subestación.

(5*)(6*) Los dos transformadores utilizados en la Subestación NOVACERO que también se especifican en la placa de datos que se muestra en el Anexo A07 y Anexo A08, tienen las siguientes especificaciones técnicas:

Año de fabricación: 2008.

Norma: IEC 76

Potencia Nominal: 20MVA c/u

Altitud máxima de operación: 2800 m.s.n.m.

1.2.3.1.1. ESPECIFICACIONES PARA LOS TRANSFORMADORES

Número de unidades: 2 unidades y una de proyección

Tipo de transformadores:

13.8Kv (TUC 20M / 145 / 17.5) **18Kv** (TUC 20M / 145 / 17.5)

Clase que corresponden de acuerdo con las normas: IEC 76

Frecuencia de operación de los transformadores: 60 Hz

Numero de devanados de los transformadores: 5 devanados

Relación de tensiones: 138 +/- 2 x 2.5% 13.8.

Derivaciones a plena carga en el lado de alto y bajo voltaje

Sistema de enfriamiento.

(4*) Los transformadores utilizados para la subestación tienen una refrigeración de tipo ONAN/ONAF que significa que están sumergido en aceite con enfriamiento

propio a base de aire forzado y aceite forzado. Estos transformadores son básicamente OA, con adición de ventiladores y bombas para la circulación de aceite

(5*) Aceite Aislante: Dieléctrico Nafténico. Tipo A con 10052 lts de capacidad.

Control de los Transformadores: Manual

Temperatura del transformador.

Temperatura ambiental: -40°C a +80°C.

1.2.3.1.2. GARANTÍA.

(5*) Dentro del contrato de compra-venta del transformador mencionado se estipula en la cláusula décima que determina la garantía técnica del Equipo; La vendedora que en este caso es la compañía Instalaciones Electromecánicas S.A. (INESA) da fé de garantía al cliente NOVACERO S.A. por un año calendario, contado a partir de la fecha de entrega.

Dentro del año de garantía los daños que se produzcan y no se deban a defectos de instalación, mal uso, falla de mantenimiento o accidente, serán reparados por la vendedora, sin ningún cargo por la compra.

1.2.3.2. AUTOTRANSFORMADOR

(4*) El Autotransformador puede ser considerado simultáneamente como un caso particular del transformador o del bobinado con núcleo de hierro. Tiene un solo bobinado arrollado sobre ese emplean los autotransformadores en algunos casos en los que presenta ventajas económicas, sea por su menor costo o su mayor eficiencia. pero esos casos están limitados a ciertos valores de la relación de transformación en el núcleo, dispone de cuatro bornes, dos para cada circuito, y por ello presenta puntos en común con el transformador, basta para demostrar la razón del empleo generalizado de los autotransformadores, para elevar o reducir la tensión en valores cercanos a la unidad. Esto se fija en la placa del Anexo A09.

Los justificativos del porque se diseño la subestación con un regulador de tensión en la bahía principal de la Subestación Eléctrica Novacero, se debe principalmente a requerimientos especiales de la carga, en este caso la rige es la acería; que exige un estabilidad de voltaje con la ausencia de flickers y armónicas; en medida de lo posible sin fluctuaciones ni variaciones, el autotransformador en este caso da varias alternativas para mejorar la regulación dentro Subestación para que la energía sea de calidad. (5*)El Autotransformador tiene las siguientes especificaciones técnicas:

Año de fabricación: 2008.

Norma: IEC 60076

Potencia nominal: 20mva

Autotransformación: 138 \pm 10

Altitud máxima de operación: 2800 m.s.n.m.

Control del autotransformadores

Temperatura del Autotransformador

(4*) Los métodos en este caso son muy referentes o iguales al de los transformadores que se utilizan en la misma subestación, se los controla por medio del dispositivo de imagen térmica con relevador T.R.O., y la protección por relevador Buchholz.

(6*) **Aceite Aislante:** Dieléctrico Nafténico con 10052lts de capacidad.

Conexión del autotransformador.

(6*) Conexiones entre fases para alto voltaje y bajo voltaje.

Y en alta tensión y Y en baja tensión.

Por ser autotransformador

1.2.3.2.1 ESPECIFICACIONES PARA EL AUTOTRANSFORMADOR

(6*) Número de unidades: 1 unidad

Tipo de Autotransformador:

Tipo: 138Kv (TOC 50 – 60 MVA / 145 / 145)

Clase que corresponde de acuerdo con las normas.

Norma: IEC 60076

Total 24 derivaciones.

Relación de transformación en vacío.

Relación De Tensiones: $138 \pm 10 \times 1.25 \%$ - 138

Derivaciones a plena carga.

21 derivaciones controladas automáticamente y se lo observará en el anexo 04 donde también se puede verificar el resto de datos.

Capacidad continua con una elevación de temperatura en el cobre de 55°C medida por aumento de resistencia sobre una temperatura ambiente de 40°C.

Sistema de enfriamiento.

(4*) EL Autotransformador utilizado para la subestación tiene una refrigeración de tipo ONAN/ONAF que significa que están sumergido en aceite con enfriamiento propio a base de aire forzado y aceite forzado. Estos transformadores son básicamente OA, con adición de ventiladores y bombas para la circulación de aceite

1.2.3.2.2 GARANTÍA.

(6*) Dentro del contrato de compra-venta del autotransformador mencionado se estipula en la cláusula décima que determina la garantía técnica del Equipo; La vendedora que en este caso es la compañía Instalaciones Electromecánicas S.A. (INESA) da fé de garantía al cliente NOVACERO S.A. por un año calendario, contado a partir de la fecha de entrega. Dentro del año de garantía los daños que se produzcan y no se deban a defectos de instalación, mal uso, falla de mantenimiento o accidente, serán reparados por la vendedora, sin ningún cargo por la compra.

1.2.3.3. BARRAS

(4*) Un esquema de Barras, es la disposición que presentan las barras o juegos de barras por niveles de tensión y que ofrecen mayor o menor nivel de flexibilidad en una subestación eléctrica para operación o mantenimiento.

(6*) De acuerdo al esquema la Subestación Novacero es de barra simple se utiliza una sola barra principal, esta lo podremos ver de mejor manera en el Anexo A10 la cual está compuesta por conductores ACSR de calibre 336 MCM. Se utilizarán 15 aisladores tipo cadena. Las cadenas estarán conformadas por 13 aisladores de suspensión ANSI 52-3. La Barra principal de los 60 Mva que prevé tener NOVACERO esta asegurada para potencia de 18MW con la utilización del conductor en un simple circuito, un conductor por fase con las siguientes características:

Denominación: ACAR.

Calibre: 447 Kcmil.

Composición: 12 hilos de aluminio y 7 aleación de acero y aluminio.

Diámetro: 18.95mm.

Peso por metro: 0.497 Kg/m.

Los puentes de conexión de los equipos están asegurados para potencia de diseño de 20 Mva la utilización del conductor de las mismas características, en un simple circuito, simple conductor por fase con las siguientes características:

Denominación: ACAR.

Calibre: 300 Kcmil.

Composición: 12 hilos de aluminio y 7 de aleación de acero y aluminio.

Diámetro: 15.95mm.

Peso por metro: 0.417 Kg/m.

Área transversal: 152mm².

EQUIPOS DE DESCONEXIÓN

Interruptores de potencia

1.2.3.4. DISYUNTORES.

(4*) El interruptor es un dispositivo que cierra o interrumpe un circuito eléctrico entre contactos separables, bajo condiciones de carga o de falla.

Estos interrumpen corrientes de falla, para limitar a un mínimo los posibles daños que pueden causar los cortocircuitos, para ello deben ser capaces de interrumpir corrientes de carga, magnetización de transformadores y reactores, capacitivas de bancos de condensadores, capacitivas de líneas en vacío, también se lo pueden ver en la placa de datos en el Anexo A11.

(2*) En la Subestación Novacero para los niveles de voltaje de 13,8 y 18 kV se utilizan Interruptores en vacío, para el filtro de armónicas en las dos líneas también se dispone de 2 Interruptores aislados en SF6 en las dos bahías y para 138 kV un Interruptor principal aislado en SF6, ya que este tiene excelentes propiedades dieléctricas, térmicas y de estabilidad química.

(7*) Los datos de placa podemos observar en el Anexo 06 y a continuación se presenta una tabla con las principales características de los Interruptores:

TIPO DE DISYUNTOR SF6 - COL-Unipolar

MODELO 150-SFM-32B

MARCA Crompton Greaves

APERTURA Tripolar

SITIOS DE INSTALACION Intemperie

CARACTERÍSTICAS DEL DISYUNTOR

Número de polos 3

Voltaje nominal kV 170

Mínima distancia de contorno del aislamiento mm 4250

Frecuencia nominal Hz 60

Corriente nominal normal A 1250

1.2.3.5. SECCIONADORES

(4*) Es un aparato mecánico de conexión que aseguran, en posición de abierto una distancia de seccionamiento que satisface unas condiciones especificadas. Se puede operar sobre él para abrirlo ó cerrarlo cuando el circuito está libre de carga. Pueden

ser unipolares, tripolares y tripolares deslizante. Las funciones básicas que cumplen son de bypass de equipos, aislar equipos, operar circuitos y poner a tierra componentes de un sistema en mantenimiento.

Para NOVACERO, las principales características que se han tomado en cuenta para la selección de los seccionadores son: capacidad de conducción de corriente nominal y de cortocircuito, solicitaciones dieléctricas, esfuerzos debidos a corrientes de cortocircuitos, vientos, etc., y el tipo de instalación que este caso será externa.

(8*) Se usarán seccionadores tripolares de marca Crompton Greaves de apertura central con operación a intemperie, están a 138 kV porque están ubicados antes de los transformadores, en total para la Subestación Novacero S.A. se utilizan 3 juegos en total que se distribuyen: 1 juego en la bahía principal de entrada, otro en la entrada de la bahía de 13.8Kv a la entrada con una tensión de 138kv, y el último juego en la bahía de 18Kv con igual disposición a la entrada con tensión de 138kv, mas detalles necesarios se pueden observar en el Anexo A03 y tienen las siguientes características: Tipo de seccionador:

Columnas doble apertura lateral

MODELO HDB

MARCA Crompton Greaves

Con cuchillas de puesta a tierra para operación independiente

MARCA Crompton Greaves

Mecanismo de operación cuchillas principales Motor 125 VDC

Sitio de Instalación: Intemperie

Datos específicos:

Número de polos 3

Voltaje nominal kV 170

Rigidez dieléctrica a impulsos atmosféricos (cuchillas principales y de puesta a tierra).

a) A tierra y entre polos kVp 750

Mínima distancia de fuga mm

Frecuencia nominal Hz 60

Corriente nominal normal A 2000

EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MEDICIÓN

Para los equipos de Protección y medición se necesitan transformadores de potencial y de corriente, y se los utilizarán para las siguientes funciones: aislar el circuito de alto voltaje, disponer de corrientes y voltajes con valores normalizados, realizar medidas remotas, permitir compensaciones, y realizar control automático.

1.2.3.6. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

(4*) Se conoce como transformador de corriente a aquél cuya función principal es cambiar el valor de la corriente de uno más o menos elevado a otro con el cual se pueda alimentar a instrumentos de medición. Control o protección, como amperímetros, watímetros, instrumentos registradores, relevadores de sobrecorriente, etc.

(9*) En la Subestación Novacero S.A. se utilizan 9 unidades con una tensión de 138Kv con el fin de censar datos para el control y la medición en la entrada para las siguientes disposiciones: su ubicación; Para el caso exclusivo de la bahía de entrada esta entre el seccionador y el disyuntor son 3 unidades para controlar el ingreso a la barra y son uno por cada línea; otras 3 unidades para la bahía de 18kv que se encuentra ubicado el seccionador a 138kv y los pararrayos y posee uno por cada línea, y los 3 últimos para la bahía de 13.8kv que se encuentran ubicados entre el seccionador a 138kv y los pararrayos de igual forma posee uno por cada línea.

En el Anexo A04 se presenta la placa de datos.

Los 9 Transformadores de Corriente tienen como singularidad sus 4 núcleos y la multi relación de 1200:5 con los siguientes datos técnicos:

Datos específicos:

Cantidad c/u 3

Modelo: IOSK/170/325/750

Marca: Crompton Greaves

Voltaje nominal primario (fase-fase) kV 170

Corriente nominal primaria A 1200

Corriente nominal secundaria A 5/5/5/5

Corriente dinámica kA pico 100

b) Rigidez dieléctrica a onda de impulso kV, pico 750

1.2.3.7. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL.

(4*) El transformador de potencial es aquél cuya función principal es transformar los valores de voltaje sin tomar en cuenta la corriente. Estos transformadores sirven para alimentar instrumentos de medición, control o protección que requieran señal de voltaje.

(12*) En la Subestación Novacero se dispone de 3 unidades para la Operación de la Subestación y están ubicados en la bahía de entrada con el fin de dar información del voltaje de salida de la autotransformación al control, están antes de las líneas de la barra. En el Anexo A05 se indica la placa de características

De igual manera estos equipos son de marca Crompton Greaves con las siguientes especificaciones técnicas:

Datos específicos

Cantidad c/u 3

Modelo: CVE/170/325/750

Marca: Crompton Greaves

Estructura soporte de acero galvanizado requerida (Si o No) SI.

Voltaje nominal primario (fase-tierra) kV $138/\sqrt{3}$

b) Rigidez dieléctrica a onda de impulso kV, pico 750

Cuchillas de Puesta a Tierra de Devanados SI

1.2.3.8 PARARRAYOS.

Protegen al aislamiento del sistema de sobrevoltaje transitorios, impidiendo que daños en equipos.

(4*) Los pararrayos se utilizan para limitar sobretensiones transitorias del voltaje en un sistema eléctrico a un nivel controlado y conocido. La protección significa que los pararrayos de sobretensión correctamente instalados limitan las sobretensiones de voltaje entrante a niveles dentro de la capacidad no disruptiva de los sistemas de aislación. Los pararrayos previenen, aislando de eventos atmosféricos, la línea o red de cualquier forma de avería; y de esa manera, mejoran en forma significativa la confiabilidad del sistema eléctrico.

(10*) La disposición de los pararrayos son: 3 unidades para la entrada de la línea por seguridad, una en cada línea, también se presenta en el Anexo A06 la placa de datos que sirven de referencia.

En la Subestación Novacero se dispone de 12 pararrayos, con las siguientes características:

Datos específicos:

Tipo de pararrayos requerido: Tipo Estación

Marca: ABB y Crompton Greaves.

Cantidad requerida c/u 3

Características:

Frecuencia Hz 60

Nivel Básico a Onda de Impulso (BIL). Pararrayos para línea. kV 750

Distancia mínima de contorno (creepage). mm 3625

Terminales de línea para cable AAC 636 kcmil SI

1.2.3.9 RELÉS DE PROTECCIÓN.

(2*) Para la protección de la subestación Novacero se utilizan relés digitales de marca SEL (USA). Los equipos a utilizar se detallan a continuación:

RELE SEL 387-E: Protección de Barra y Respaldo para cada Alimentadora.

Protección Diferencial de Barra (86).

Bajo Voltaje (27), Sobrevoltaje (59).

Protección de Sobrecorriente Instantánea y temporizada de Fase – Neutro –Tierra –
Secuencia Negativa (50N – 50G – 50P – 50Q).

Baja y Alta Frecuencia (81).

RELE SEL 387-5: Protección para cada Alimentadora:

Protección Diferencial para el Transformador (86).

Protección de Sobrecorriente Instantánea y temporizada de Fase – Neutro –Tierra –
Secuencia Negativa (50N – 50G – 50P – 50Q).

1.2.3.10. TABLEROS DE CONTROL

En estos tableros esta instalado el control de las bahías a través de los relés de protección para dar aperturas o cierres a los seccionadores y a los disyuntores.

(2*) Se utilizarán 3 tableros de control ubicados en el cuarto de control de la subestación. En cada uno constará lo siguiente:

Relé de Protección.

Electroswitch- Apertura y Cierre.

Luces Pilotos.

Anunciador de Alarma.

Medidor Ion 6200.

1.2.3.11. FILTROS DE ARMÓNICAS.

La conexión al SNT implica muchas responsabilidades con relación a la factibilidad, para lo cual la empresa NOVACERO se a preocupado por realizar un estudio de la calidad de la energía que viene dado por la introducción de armónicos a la red y producción de fenómenos electromagnéticos como fluctuaciones de voltaje (Flickers) donde este estudio certifica que la impedancia mínima presente en el horno eléctrico

(EAF) al máximo de la potencia durante la fundición es de 13.5 Ohmios, en la placa de datos se puede ver la características general de estos filtros en el Anexo A12.

(11*) Que el horno como carga principal de la Subestación NOVACERO genera típicamente todos los armónicos (2°, 3°, 4°, 5°,.....) predominando los impares con valores a rectificar.

PARTE REACTIVA

Para este efecto se ha montado reactores con las siguientes características:

TERCERA ARMÓNICA:

Potencia Nominal del filtro: 5.0 MVAR.

Tensión Nominal: 18kV.

Frecuencia: 60 Hz

Parte Capacitiva

Capacidad nominal por fase: 35.9 μ F

Corriente de armónica: -209 Arms.

Tensión nominal Capacitiva: 25 kVrms.

PARTE INDUCTIVA

Inductancia: 24.1 mH

Corriente nominal del reactor: 209 Arms.

Accesorios: Estructura armada de aluminio antisísmica.

Fusibles

Relé a perimétrico para protección diferencial del filtro.

NORMA: CEI 11-1

CUARTA ARMÓNICA:

Potencia Nominal del filtro: 4.0 MVAR.

Tensión Nominal: 18kV.

Frecuencia: 60 Hz

PARTE CAPACITIVA

Capacidad nominal por fase: 30.5 μ F

Corriente nominal de la batería: - 128 In Arms.

Corriente de armónica: -167 Arms.

PARTE INDUCTIVA

Inductancia: 16 mH

Corriente nominal del reactor: 167 Arms.

Accesorios: Estructura armada de aluminio antisísmica.

Fusibles

Relé amperimétrico para protección diferencial del filtro.

NORMA: CEI 11-1

QUINTA ARMÓNICA:

Potencia Nominal del filtro: 3.8 MVAR.

Tensión Nominal: 13.8kV.

Frecuencia: 60 Hz

PARTE CAPACITIVA

Capacidad nominal por fase: 51.0 μ F

Corriente nominal de la batería: - 164 In Arms.

Corriente con armónica: -213 Arms.

Tensión nominal Capacitiva: 16.4 kVrms.

PARTE INDUCTIVA

Inductancia: 5.9 mH

Corriente nominal del reactor: 213 Arms.

Accesorios: Estructura armada de aluminio antisísmica.

Fusibles

Relé amperimétrico para protección diferencial del filtro.

NORMA: CEI 11-1

PARTE CAPACITIVA

(4*) El empleo de bancos de capacitores fijos en los sistemas de distribución y transmisión es una herramienta útil para compensar la demanda de reactivos y la caída de tensión de las líneas. Sin embargo, se pueden originar imprevistos que descompensan la confiabilidad del sistema.

(11*) Debido a lo anterior, y probables desbalances en el SNT para estos efectos se requiere un banco de capacitores para una compensación emergente de potencia reactiva.

Filtro de la tercera armónica:

Potencia Efectiva: 5000 kVAr

Potencia Reactiva: 10422 kVAr

BIL del banco: 150 Kv

Bank Conexión: double ungrounded wye (no aterrizada, conexión al Tc)

Numero de grupos en serie: 1

Numero de grupos en paralelo: 6

Numero de bloques: 2

Potencia de cada capacitor: 579 kVAr

PROTECCION INDIVIDUAL

Fusible: FL11T30. 30 A

Filtro de la cuarta armónica:

Potencia Efectiva: 4000 kVAr

Potencia Reactiva: 7848 kVAr

BIL del banco: 150 Kv

Bank Conexión: double ungrounded wye (no aterrada, conexión al Tc)

Numero de grupos en serie: 1

Numero de grupos en paralelo: 6

Numero de bloques: 2

Instalad Units in Block: 9

Potencia de cada capacitor: 436 kVAr

PROTECCION INDIVIDUAL

Fusible: FL11T30. 30 A

Filtro de la quinta armónica:

Potencia Efectiva: 3800 kVAr

Potencia Reactiva: 7939 kVAr

BIL del banco: 150 Kv

Bank Conexión: doublé ungrounded wye (no aterrada, conexión al Tc)

Numero de grupos en serie: 1

Numero de grupos en paralelo: 6

Numero de bloques: 2

1.2.3.12. SISTEMAS AUXILIARES.

(4*) Los sistemas auxiliares describen las facilidades de las instalaciones de fuerza, los cables de interconexión y el equipo de protección contra incendio que debe poseer toda subestación, también incluyen lo siguiente:

CUARTO DE CONTROL

Transformadores del servicio de estación.

Tableros de CA y CD y alumbrado.

Cuarto de baterías.

Sistema Contra incendios.

Alumbrado.

1.2.3.12.1. CUARTO DE CONTROL:

(4*) En este sitio donde se encuentran ubicados los equipos que controlan, protegen y monitorean a toda la subestación, así como también algunos de los equipos de interrupción, cuchillas de conectoras, este es un sitio seguro alejado de riesgos eminentes y con condiciones aptas para el control.

En la Subestación Novacero se tiene un cuarto de control de 48 m², donde además del control consta de una oficina de Administración.

Distribución interna:

La subestación Novacero tiene la siguiente distribución del cuarto de control.

En esta área se encuentran los 3 armarios de control de las bahías y 3 interruptores de armónicas en Sf₆. También en este se ubica un el equipo extintor.

Oficina de la Subestación.

Existe un área de 18 m² aproximada mente en donde se alojan los escritorios, archivadores y repisas.

Baño y ducha. La Subestación cuenta con 1 baño independiente y 1 ducha para el confort del personal a cargo.

1.2.3.12.2. TRANSFORMADORES DEL SERVICIO DE ESTACIÓN.

La subestación cuenta con dos fuentes para el servicio, el uno se encuentra ubicado en la bahía de 13.8 kV y la otra en la bahía de 18 kV, los dos tienen un sistema de transferencia para actuar uno a la vez de acuerdo a lo que se lo requiera, las características de los dos transformadores son las siguientes:

Marca: Ecuatran S.A.

Potencia: 25kVA.

Relación de transformación: 7620V a 240V/ 3.28A a 104A

Frecuencia: 60Hz.

Clase: Onan.

Impedancia: 1.8%

1.2.3.12.3. TABLEROS DE CA Y CD

Tenemos dos tableros de corriente alterna y continua están separados cada uno en el casillero específico, en este tenemos las barras de conexión y sirve para controlar los equipos auxiliares.

1.2.3.12.4. CUARTO DE BATERÍAS.

En este lugar se almacena las fuentes de alimentación para los servicios auxiliares con un sus respectivos cargadores y circuitos de conexión. Total de 12 baterías de 12 V y capacidad de 125Vdc y 90Ah, con ácido sulfúrico, las cuales están conectadas en serie para formar el banco con la capacidad necesaria.

CARGADORES DE BATERÍAS.

Los cargadores de baterías tienen la función de convertir la energía eléctrica proveniente de las alimentaciones de corriente alterna de la subestación en corriente

directa, para alimentar todas aquellas cargas de corriente directa y auxiliares, la subestación, estos son de marca Energenius Dual microprocesor D.C., de 40ª para 125VDC además este tiene filtros especiales para mejorar la vida de las baterías, con las siguientes características:

BANCOS DE BATERÍAS.

Los bancos de baterías se utilizan como alimentación de emergencia de las cargas y circuitos de servicios de propios cuando existen fallas o se dan mantenimiento a los cargadores de bacterias.

Estos tendrán prioridad para las siguientes cargas críticas:

Cargador de baterías, el cual a través de las baterías alimenta los circuitos de comunicación y el circuito de disparo de los interruptores.

Circuitos de corriente alterna para alimentar los circuitos de fuerza de los interruptores de potencia y tableros de control.

Contactos para lámparas de emergencia en el área externa de la subestación.

Alumbrado de seguridad.

Circuitos de alarmas contra incendio.

1.2.3.12.5. ALUMBRADO.

Es aquel sistema de la subestación que ilumina el área externa de las instalaciones para dar seguridad, ilumina todos los equipos para el caso de maniobras de emergencias o reparaciones, además de brindar facilidad para comunicaciones, este sistema también debe incluir luminarias auxiliares en el caso que el servicio de energía a colapsado.

Estos son:

Alumbrado del cuarto de control	3 lámparas
Alumbrado del Cuarto de la planta de emergencia.	1 Lámparas
Alumbrado de Aéreas exteriores y accesos.	14 Lámparas

Y con esto se concluyen todos los equipos que se encuentran ubicados en la subestación para el funcionamiento de los automotores

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

2. INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

Coordinación de aislamiento

(4*) En los casos en que la soportabilidad de los equipos dependa de acciones de control (consumo de reactivos por parte del convertidor, actuación de relés, etc.), el diseño contempla el caso en que a lo sumo una de esas acciones de control falla.

2.1.1 Niveles de aislamiento.

(2*) Se especifican los siguientes niveles de aislamiento generales mínimos para los equipos e instalaciones a 138 kV, según Norma IEC 60071.

TABLA 2. NIVELES DE AISLAMIENTO DE LA S/E

Tensión nominal	138 kV
Tensión más alta para los equipos	245 kV
Nivel básico de aislamiento a impulso de maniobra	-----
Nivel básico de aislamiento a impulso de rayo	750 kVcr
Distancia de fuga específica, fase-fase)	25mm/kV

(2*) En las especificaciones particulares de cada uno de los equipos se indican eventualmente variaciones a estos niveles de aislamiento generales.

Los restantes parámetros que caracterizan el nivel de aislamiento de los equipos e instalaciones (tensiones soportadas a frecuencia industrial, aislaciones fase-fase, etc.) los niveles básicos de aislamiento especificados de acuerdo con lo indicado en la Norma IEC 60071 o en las Normas específicas aplicables a cada equipo individual.

En la Subestación NOVACERO a 138 kV se consideran efectivamente puesta a tierra (factor de falta a tierra no superior a 1.4).

Las distancias de fuga para los equipos D.C no son inferiores a las siguientes:

Interior: 14 mm/kV.

Exterior: 35 mm/kV.

2.1.2. Distancias de aislamiento y de seguridad en aire.

(2*) Distancias mínimas de aislamiento: Están referidas a las indicadas en las Normas IEC 60071, de acuerdo a cada Nivel Básico de Aislamiento.

Distancias de seguridad: Cuando hay riesgo de acercamiento de personas a partes energizadas, se relacionan las distancias mínimas de aislamiento de seguridad recomendadas en las según normas IEC 61936.

En todos los casos se asumirá una flecha máxima del 3% del vano involucrado.

2.1.3. Coordinación de aislamientos internos.

Sobretensiones de maniobra.

(2*) La coordinación de aislamiento la realiza por medio de pararrayos, especificados, los cuáles asegurarán un margen de protección de al menos 25 %.

Sobretensiones de rayo y ondas viajeras.

(2*) La coordinación de aislamiento se la realiza por medio de una red de cables de guardia y descargadores, los cuáles asegurarán las siguientes tasas de falla:

Despreciable para el caso de descargas directas en conductores energizados en las estaciones o líneas.

Menos de 0,0017 por año para el caso de descargas inversas (descargas en torres, y cables de guardia), y asumiendo que el nivel básico de aislamiento (BIL) de los equipos se disminuye con un factor de seguridad 1,15. (BIL a considerar = BIL del equipo/1,15)

Basándose en un modelo a través del tiempo del cambio del clima y los índices de descargas por unidad de superficie y unidad de tiempo es posible llegar a determinar una relación entre la corriente y distancia de descarga, las cuales ayudan a obtener los principales parámetros para calcular las distancias de seguridad y estructuras de protección. Si bien el clima no sigue modelos matemáticos repetitivos sino aleatorios, los estudios a través del tiempo basados en la experiencia conducen a obtener índices de éxito modelados sobre ecuaciones de probabilidad los cuales en muchos casos alrededor de todo el mundo han resultado adecuados.

Se basa en un estándar utilizado para calcular las protecciones referidas es la Guía para la Protección contra Descargas Atmosféricas en Subestaciones IEEE Std. 998-1996 (Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations).

TABLA 3. AISLAMIENTO ESTANDARIZADO UTILIZADO.

DESCRIPCIÓN	VALOR
KV BIL (El menor valor entre los equipos de una subestación)	750 kV
Zs (Impedancia del conductor a través del cual atraviesa la onda)	360 Ω
Is (corriente de descarga)	3.361111 kA

Se ha anexado un plano demuestran la adecuada protección atmosférica propuesta. El Anexo A13 muestra los componentes de la protección atmosférica; se localizan diez mástiles con puntas Franklin y siete hilos de guarda Dado los resultados mostrados en los planos anexados se puede decir que la protección es apropiada para los equipos de la subestación.

Una variante de mayor cubrimiento volumétrico para los equipos de filtros armónicos contemplaría la ubicación de uno o dos mástiles (si es uno su ubicación se recomienda centralizada y si son dos, se recomienda seguir el patrón de los ya construidos).

2.1.4. Diámetros mínimos.

(2*) Los conductores deberán tener un diámetro exterior mínimo que asegure la capacidad térmica y mecánica necesaria así como un valor de gradiente eléctrico superficial adecuado para controlar los efectos electromagnéticos relevantes (ruido audible, radiointerferencia, pérdidas corona).

El gradiente eléctrico superficial máximo se lo ha estimado a 19 kV/cm.

2.1.5. Distancias De Seguridad

Son las distancias mínimas a través del aire, que forman una zona de trabajo, dentro de la cual se puede realizar cualquier tipo de operación o mantenimiento, sin peligro de ser afectado por la corriente del sistema, descargas eléctricas o campos electromagnéticos. El principal objetivo de las distancias de seguridad es permitir la operación y el mantenimiento de la instalación, salvaguardando la integridad del personal que labora en la instalación, y con el mínimo disturbio al servicio eléctrico.

Estas distancias se dan solo a través del aire, y son completamente de las de aislamiento, y son tan importantes como éstas.

La seguridad en estos casos debe entenderse como que las personas dentro de la zona de circulación o del área de trabajo no corren riesgos de sufrir una descarga eléctrica desde los elementos que permanecen energizados.

2.1.5.1. Distancias de relación con respecto al Aislamiento.

Distancia fase-tierra. Es la separación existente en aire, entre partes conductores vivas y estructuras aterrizadas para asegurar la tolerancia a un impulso de voltaje específico para condiciones ambientales en seco.

La condición a ser satisfecha es que los voltajes tolerables de impulso por maniobra y por rayos en aire entre partes vivas y tierra deberían ser iguales o mayores que los voltajes nominales tolerables de impulso por maniobras y por rayos.

Esto genera una separación mínima a ser observada, la cual depende de la configuración de las partes vivas y las estructuras adyacentes.

Distancia fase-fase. Es la mínima distancia en aire, requerida entre fases energizadas a diferente potencial.

La norma IEC 71-A de 1962 recomienda que esta distancia sea al menos 15% mayor que la distancia fase-tierra.

2.1.5.2. CÁLCULOS DE DISTANCIAS

Planos de la Subestación Novacero: Distancias y ubicación de equipos

Localización geográfica de la S/E: Provincia de Cotopaxi

Altura sobre el nivel del mar de la S/E: 2850 msnm

Niveles de voltaje de la S/E: Un patio de 138kV, un patio de 13.8kV y otro de 18KV.

Precipitación promedio anual: 800 mm.

Velocidad máxima del viento: 90 km/h.

Nivel Isoceraunico: 30 descargas anuales.

Temperatura promedio: 14 °C

Humedad relativa: 70%.

TABLAS DE NIVELES DE AISLAMIENTO NORMALIZADO

TABLA 4: Equipo del rango A: $1\text{kV} \leq U_m \leq 52\text{kV}$

Voltaje Máximo del Equipo U_m (KV) ef	Voltaje de Impulso Tolerable Nominal por rayos (kV) pico		Voltaje a Frecuencia Industrial Tolerable Nominal de corta Duración (kV) ef
	Hasta 500 KVA	Sobre 500 KVA	
4.400	60	75	19

13.20	95	110	34
13.97			
14.52			
26.40	150		50
36.50	200		70

TABLA 5: Equipo del rango B: $52\text{kV} \leq U_m \leq 300\text{ kV}$

Voltaje Máximo del Equipo (kV)	Voltaje de Impulso Tolerable Nominal por rayos (kV) pico	Voltaje a Frecuencia Industrial Corta Duración (kV) ef.
52	250	95
72.5	325	140
123	450	185
145	550	230
170	650	275
245	750	325
360	850	360
395	950	395
	1050	460

2.1.5.3. CORRECCIÓN POR EFECTO DE LA ALTURA

$$fc = \left(\frac{2850 - 1000}{100} \cdot \frac{1.25}{100} \right) + 1$$

$$fc = 1.2313$$

Este factor es necesario puesto que todas las tablas que se encuentran para distancias de seguridad y los diferentes voltajes que intervienen en estas están dadas para alturas de 1000msnm y como la S/E se encuentra a 2850 m.s.n.m. hay que corregir.

DISTANCIAS FASE TIERRA

TABLA 6: SEPARACIONES MÍNIMAS FASE-TIERRA.

Voltaje de Impulso Tolerable Nominal por Descargas Atmosféricas (kV) pico	Distancia entre Fase y Tierra (mm)
40	60
60	90
75	120
125	220
145	270
170	320
250	480
325	630
450	900
550	1100
650	1300

138 kV: Según la tabla II.

$$U_m \text{ (kVef)} = 145$$

$$VIT \text{ (kV pico)} = 550$$

Entonces de la tabla III tenemos que :

$$D_{F-T \text{ (138kV)}} = 1100 \text{ mm.}$$

Corrigiendo estos datos por efecto de altura tenemos que:

$$D_{F-T \text{ (138kV)}} = f_c \cdot D_{\text{tablas}}$$

$$D_{F-T (138kV)} = 1.2313 \cdot 1100 \text{ mm}$$

$$D_{F-T (138kV)} = 1354 \text{ mm.}$$

2.1.5.5. DISTANCIAS FASE – FASE

Las distancias entre fase deben ser $\geq 15\%$ de la distancia de fase a tierra, por la norma IEC 71-A de 1962.

TABLA 7. SEPARACIONES MÍNIMAS FASE-FASE.

Voltaje de Impulso Tolerable Nominal por Descargas Atmosféricas (kV) pico	Distancia entre Fase - Fase (mm)
40	69
60	104
75	138
95	184
125	253
145	311
170	368
250	552
325	725
450	1035
550	1265
650	1495
750	1725
850	1955
950	2185

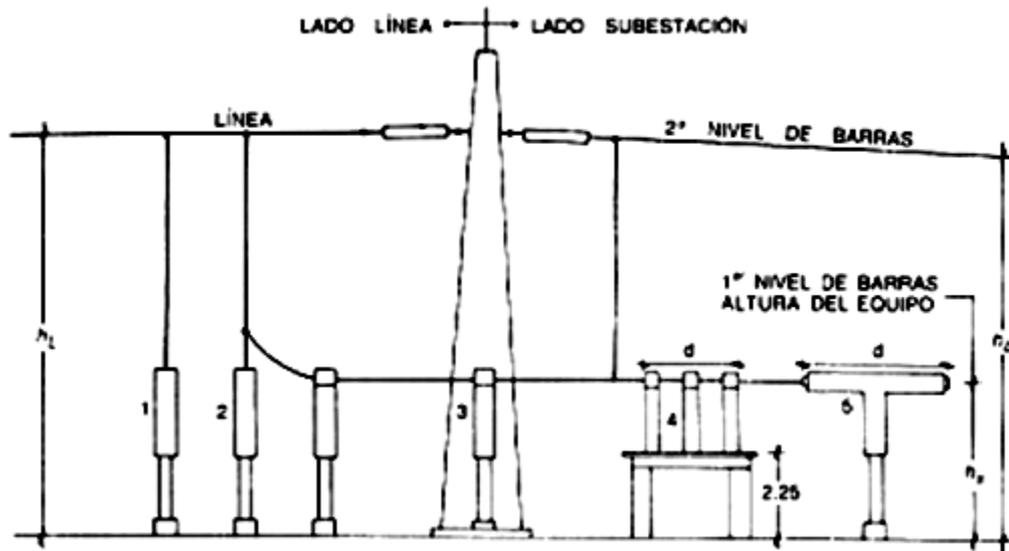
2.1.5.6. ALTURA DE LOS EQUIPOS SOBRE EL NIVEL DEL SUELO (H_s)

Alturas mínimas de las partes de los equipos secundarios sobre el suelo.

h_s = primer nivel de las barras

h_b = segundo nivel de las barras

GRAFICO 1. RELACIÓN DE NIVELES CON RESPECTO A EQUIPOS



Pararrayos.

Transformador de tensión.

Transformador de corriente.

Cuchillas

Interruptor.

2.1.5.7. CÁLCULO DE LA ALTURA DE LAS BARRAS

$$h_s = 2.30 + 0.0105 \cdot kV$$

kV: Tensión máxima de diseño del equipo en estudio.

138 kV:

$$h_{s(138kV)} = 2.30 + 0.0105 \cdot 145 = 3,82 \text{ m.}$$

Corrigiendo este valor por efecto de altura tenemos que:

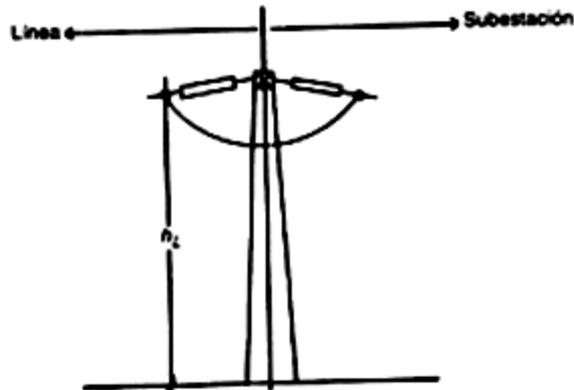
$$h_{s(138kV)} = 3.82 \cdot 1.2313$$

2.1.5.7.1. ALTURA DE REMATE DE LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN EN LA SUBESTACIÓN

$$h_L = 5.0 + 0.006 \cdot kV$$

h_L : altura de remate de las líneas de transmisión.

GRAFICO 2. ALTURA DE REMATE DE LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN



Esta altura no debe ser menor a 6 metros (Según regulación 003/08) tanto para las líneas que entran a la subestación como para los que salen de la subestación.

Para 138 kV:

$$h_{L(138kV)} = 5.0 + 0.006 \cdot 145$$

$$h_{L(138kV)} = 5.9 \text{ m}$$

Corrigiendo este valor por efecto de altura tenemos que:

$$h_{L(138kV)} = 5.9 \text{ m} \cdot 1.2313 \quad h_{L(138kV)} = 7.3 \text{ m, l}$$

La S/E Novacero a nivel de 138kV y en barras tiene alturas de 15m, mientras que en la transmisión se tiene hasta 20m como punto de remate.

Para el caso de los pórticos de salida en media tensión se mantienen los dos a 8.5 m de altura.

2.1.5.9. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Las distancias mínimas de seguridad se las puede encontrar con las siguientes relaciones:

$$d_h = d_{F-T} + 0.9 \quad d_v = d_{F-T} + 2.44$$

d_h : Distancia horizontal en metros que debe respetarse en todas las zonas de circulación.

d_v : Distancia vertical, en metros, que también debe respetarse en toda la zona de circulación y nunca debe ser menor de tres metros.

d_{F-T} : Distancia mínima de fase a tierra correspondiente al NBI de la zona.

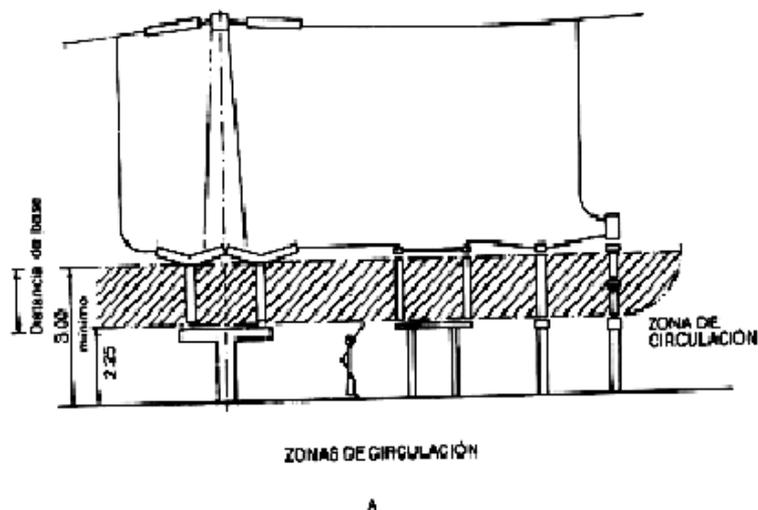
Se debe tener en cuenta que las distancias mínimas de seguridad en una subestación, toman en cuenta:

Circulación de personal

La altura mínima es la suma de la distancia base de fase a tierra de la tabla distancias a tierra y entre fases a través del aire a 2850 m de altitud, aumentada en 2.44 m. que es la altura que puede alcanzar un operador de talla media con un brazo levantado.

Pero además la altura mínima de las partes vivas sobre el suelo en zonas no protegidas por cercas, siempre debe ser superior a tres metros, y la altura mínima sobre el suelo, de la parte inferior de un aislador tipo columna, en zonas no protegidas, debe ser superior a 2.44 m., ya que el aislador se considera como una pieza sujeta a un gradiente de tensión, cuya parte metálica inferior está al potencial de tierra.

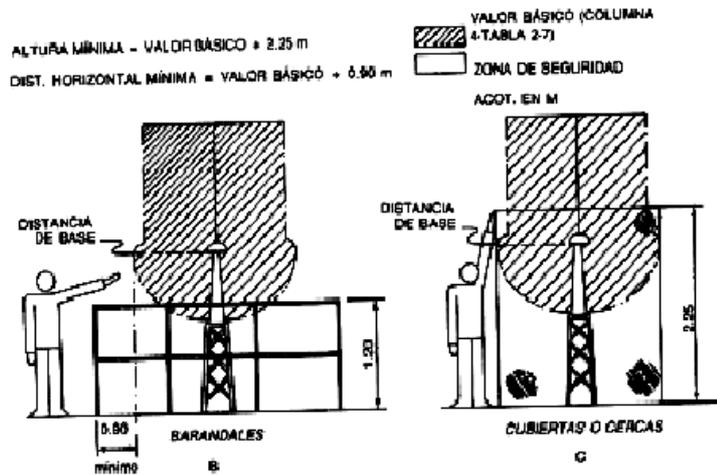
GRAFICO 3. ZONAS DE SEGURIDAD



Cuando se encuentran partes vivas en alturas menores a las reguladas entonces se debe disponer de barandales o cercas que impidan el acceso de las personas a esos sitios y evitar desgracias tanto de índole humana como operativas.

Observar el siguiente gráfico para mejor ilustración:

GRAFICO 4. ALTURAS MÍNIMAS Y PROTECCIONES

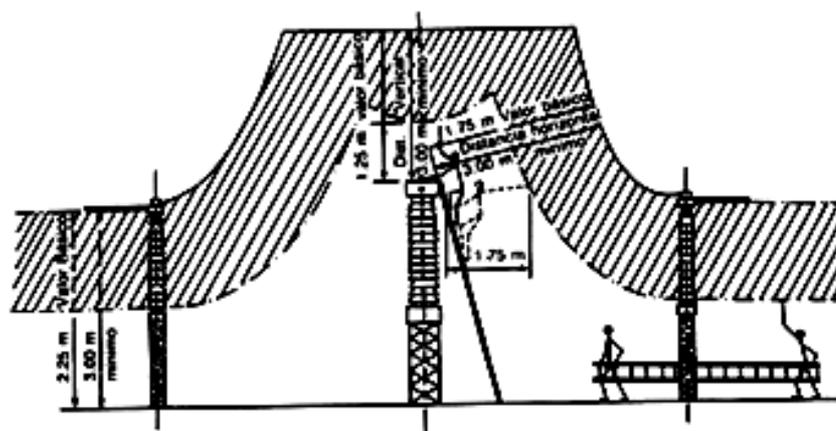


Zonas de trabajo

Esto se refiere a la seguridad con la que deben trabajar las personas, al momento de realizar mantenimiento, reparación o cambio de los diferentes equipos que intervienen en el funcionamiento de la subestación.

Puesto que se debe garantizar en primer lugar la vida de todas las personas que trabajen en los sitios de alto riesgo. Para esto se incluye el siguiente gráfico que ilustrará de mejor manera las zonas de seguridad de trabajo:

GRAFICO 5. ZONAS DE TRABAJO.



2.1.5.10. CÁLCULOS PARA DISTANCIAS MÍNIMAS DE OPERADORES O USUARIOS DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.

Dimensiones medias del operador

138 Kv $D_{F-T} = 1,5 \text{ m}$ $S_C = d_v = 4 \text{ m}$

Distancia horizontal en metros, d_h :	Distancia vertical en metros, d_v :
$d_h = d_{F-T} + 0.9$	$d_v = d_{F-T} + 2.44$
$d_h = 1.5 + 0.9$	$d_v = 1.5 + 2.44$
$d_h = 2.4 \text{ m}$	$d_v = 4 \text{ m}$

2.1.5.11. COMPROBACIÓN DE LAS DISTANCIAS

Para realizar esta comprobación se hace necesario un resumen de los resultados obtenidos en los cálculos previos:

TABLA 6. RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS

Vmáx. (kV)	Distancia Fase – Tierra (mm)	Distancia Fase – Fase (mm)	Distancia de Seguridad dh(m)	Distancia de Seguridad SC = dv(m)
69	776	893	1,80	3,50
138	1354	1558	2,40	4,00

Se ha encontrado tablas que rigen las distancias para valores mas comunes de voltaje que se presentan a continuación:

TABLA 9. ALTURAS MÍNIMAS VERIFICADAS

PARÁMETROS	69 KV	138 kV
Distancia fase – tierra.	800 mm	1600 mm
Distancia fase – fase.	900 mm	1900 mm
Altura de barras sobre el suelo.	8,5 m	7.5 m
Altura de los equipos.	5,0 m	4.0 m
Zona de trabajo	4,0 m	3,5 m

Con estos datos se ha podido comprobar que las distancias de la subestación están bien dimensionadas.

Hay que tomar en cuenta que se debe analizar las zonas de seguridad por circulación tanto de: Circulación de personal y circulación de vehículos

Este tipo de zonas ya se analizó en el diseño de la malla de puesta a tierra razón por la cual solo se analiza en los planos laterales y se proporciona un pequeño análisis de cómo determinar estas distancias.

Aunque hay que destacar que en la subestación Novacero no se considera la posibilidad del ingreso de un vehículo a las subestaciones.

En lo que respecta al personal las zonas de seguridad, la altura mínima es la suma de la distancia fase tierra aumentada en 2.44 m que es la altura que puede alcanzar un operador de talla media con un brazo levantado.

TABLA 10. DISTANCIAS DE HORIZONTALES Y VERTICALES

DISTANCIAS VERTICALES	DIMENSIONES
Suelo en terreno normal	6.8m
Suelo con cruce de carreteras	12m
Suelo en terreno de primer orden	9.50m
Líneas de menor tensión	3.2m
Líneas de telecomunicación	4.0m
DISTANCIAS HORIZONTALES	DIMENSIÓN
A viviendas	7.5m
A rótulos	7.5m
A edificios	7.5m

En el caso de *las distancias de separaciones entre equipos* no requieren el considerar distancias dieléctricas ni de seguridad, ni dependen de la altura ni de las condiciones ambientales del sitio donde se construirá la subestación, sino que se establecen con el criterio de facilitar la instalación y el mantenimiento

de los elementos desergenzados, ya que ninguno de ellos puede ser objeto de mantenimiento sin previa desconexión y aterrizamiento de la línea de transmisión a la que esta conectado. Con Respecto a la línea de transmisión se establece en el diseño y cumpliendo con todos los requerimientos y cumplido la inspección por los entes de regulación tenemos que las distancias verticales y horizontales que se muestran a continuación en la siguiente tabla:

2.1.6. DIMENSIONADO TÉRMICO.

En condiciones de régimen y emergencia

Los conductores deberán poder llevar las corrientes de régimen y las sobrecargas previstas para el resto de la instalación.

(2*) A los efectos se asumen las siguientes características:

Temperatura ambiente máxima (°C): 25

Temperatura máxima admisible (°C) 35

La ampacidad de conductores exteriores se tomo en cuenta una radiación solar de 1100 W/m², y se asumirá un viento de 0,6 m/s.

En condiciones de cortocircuito

Para el diseño térmico en condiciones de cortocircuito se asumirán las siguientes características:

Temperatura máxima admisible (°C)

- Cobre 200

- Aluminio 175

- Acero y Aluminio 375

Tiempo de despeje de falla (s) 1

2.1.7. DIMENSIONADO MECÁNICO.

a) En régimen

(2*) Para los conductores flexibles de fase se considero con las siguientes características:

Rango de temperaturas (°C): - 10 a 70

Presión de viento máxima (kp/m²): 77

Temperatura de viento máximo (°C): 10

Factor de seguridad respecto

A la carga de rotura (UTS): 3

Máxima tensión diaria (EDS), a

16°C : 16% UTS

Flecha máxima a 70°C : 2,5 % del vano

El mismo factor de seguridad respecto a la carga de rotura y el mismo porcentaje de máxima tensión diaria. La flecha a 16°C del cable de guardia no podrá ser superior al 85% de la flecha del conductor de fase que está protegiendo. Los cálculos mecánicos se consideraran como referencia para las cadenas de aisladores.

Para los conductores rígidos se deberá mostrar que el esfuerzo combinado de peso y viento máximo no produce tensiones superiores al 50% de la tensión de fluencia mínima. La deflexión máxima de los conductores rígidos no son superior a 1/200 del vano.

b) En cortocircuito

Para el dimensionado de los conductores y aisladores soporte en condiciones de cortocircuito se siguieron los lineamientos de las publicaciones IEC 60865 y "The mechanical effects of short circuit currents in open air substations".

Se asumirá que no se superponen los efectos de viento máximo con los de cortocircuito.

Se asumirán en principio corrientes de cortocircuito de diseño de acuerdo a lo indicado más abajo. Durante el contrato se discutirá en detalle la posibilidad de asumir valores de diseño más pequeños a los efectos del cálculo mecánico.

c) Vibraciones eólicas

En algunos casos se a requerido poner portabarra especiales o conduits para protección de los conductores. Se aplicará al respecto la metodología de la Norma IEEE 605 o similar.

2.1.8. BLINDAJE A LAS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.

(2*) El blindaje de la instalación a las descargas atmosféricas se diseñó siguiendo la Norma IEEE 998 basados en el modelo electrogeométrico.

El diseño asegura que no se prevea ninguna descarga directa sobre la instalación.

El blindaje se consigue por medio de cables de guardia, los cuales se han dimensionado térmica y mecánicamente según los criterios expuestos en este capítulo.

2.1.8.1. MALLA DE TIERRA.

(2*) Para el cálculo respectivo de la malla de puesta a tierra para la subestación se considera 3 puntos fundamentales recomendados en los estándares internacionales.

Para el caso del primer literal, los valores recomendados por el IEEE STD 142-1991 para subestaciones de este tipo son de 1 a 5 ohmios. Para nuestro caso se ha seleccionado un valor de 1 ohmios como limite máximo para brindar mayor seguridad. La profundidad de la malla por ningún motivo será menor a 0.7 metros.

RESISTIVIDAD DEL TERRENO

(2*) El valor de la resistividad aparente fue de 30 Ohmios-metros.

La corriente monofásica de cortocircuito en el lado de 13.8 kV es de 6900 A.

TABLA 11. DATOS DEL TERRENO, CONEXIÓN Y MALLA

Lado Mayor de la Malla	M	103.0
Lado Menor de la Malla	M	77.0
Resistividad de la 1ª Capa p_1 (si se modelan 2 capas de suelo)	Ω	1.2
Resistividad de la 2ª Capa p_2 (si se modelan 2 capas de suelo)	Ω	1.2
Espesor de la 1ª Capa H (si se modelan 2 capas de suelo)	M	0.5
Resistividad equivalente del terreno p	Ωm	30
Resistividad Capa Superficial p_s	Ωm	3000
Área de la Malla A	m^2	7931
Profundidad de la Malla h	M	0.7
DATOS DE CONEXIÓN		
Tiempo de Despeje de la Falla t_f	Seg	0.10
Temperatura Ambiente	$^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}$
DATOS DE CORRIENTE DE FALLA		
Corriente de Falla a Tierra I_f Lado AT	A	2980
Corriente de Falla a Tierra I_f Lado BT	A	6900
RETICULA DE LA MALLA		
Espacio Entre Conductores Paralelos D	M	5
Nº de Conductores Paralelos al Lado Mayor	-	17
Nº de Conductores Paralelos al Lado Menor	-	21
Longitud Total del Conductor de la Malla L_c	M	3368

Calculo del Conductor

TABLA 12. DATOS DEL CONDUCTOR.

Corriente de Diseño de los Conductores	A	7850
Sección Transversal Requerida del Conductor	mm^2	11.07
Temperatura Máxima de Operación	$^{\circ}\text{C}$	450
Temperatura Ambiente	$^{\circ}\text{C}$	40
Tiempo de Despeje de la Falla t_f	seg	0.09

(2*) El conductor a utilizar es de calibre 2/0.

TABLA 12. DATOS DE LAS VARILLAS DE COBRE

VARILLAS A UTILIZAR		
Número de Jabalinas n_R	-	100
Longitud de las Jabalinas L_r	m	1.83

La malla estará diseñada con conductores 2/0 y 100 varillas de cobre y estará enterrada a 0.7 metros de profundidad.

2.1.9. COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA.

A tales efectos se deberán estimar las tensiones inducidas por efecto de maniobras y fallas en la red de alta tensión, descargas atmosféricas, maniobras de circuitos inductivos en la red de baja tensión, etc; y el factor de reducción de dichas tensiones por efecto de las medidas propuestas (blindaje, separación entre conductores, etc).

Así mismo las tensiones inducidas previstas son aceptables en relación a los elementos de supresión de sobretensiones y clases de inmunidad a las perturbaciones especificados para los diversos elementos de la instalación.

Se indican a continuación algunos criterios que se entienden aplicadas en la instalación en lo que se refiere a las interferencias electromagnéticas.

2.1.10. CANALES Y DUCTOS.

(2*) Los canales y ductos tienen trayectoria perpendicular a las barras de alta y media tensión a fin de no tener ningún tipo de inducción.

Se observa que la instalaciones tienen trayectorias alejadas de los equipos de potencia susceptibles de inyectar corrientes de tierra importantes por efecto de capacidades parásitas (transformadores de corriente y de tensión capacitivos) o por conexiones directas a la malla (pararrayos, neutros de transformadores de potencia).

Existirá una separación física entre cables de control y protección, cables de comunicaciones, y cables de potencia en baja tensión.

2.1.11. BLINDAJE DE CABLES.

Existe en las instalaciones blindajes adecuados con relación a los cables de control, protección, potencia de baja tensión y secundarios de transformadores de medida.

(2*) Los blindajes de cables entre equipos de la playa y entre equipos de playa y edificios se aterraran en sus dos extremos y en algunos casos trincheras separadas.

2.1.12. OTROS CRITERIOS.

(2*) Los neutros de los secundarios de los transformadores de corriente se han aterrado en un solo punto, del lado de los paneles en sala de comando, en el mismo punto en que se aterriza el blindaje correspondiente.

Todos los hilos de un circuito deben estar contenidos en el mismo multiconductor o en el mismo par, de usarse pares trenzados (obligatorio para cables de 2.5 mm).

Existe la aterrada correspondiente atrás de una barra general a los terminales de los cables apantallados, cuando se los utiliza.

Los Equipos de potencia se los a logrado mantener lo necesariamente alejados de los equipos electrónicos y electromecánicos susceptibles de provocar perturbaciones.

2.1.13. NIVELES DE ILUMINACIÓN.

(2*) El diseño del sistema de iluminación cuenta con los siguientes niveles mínimos de iluminación normal:

TABLA 13. NIVEL ILUMINACION

Ubicación	Nivel de iluminación (lux)
Playa de maniobras (exterior)	50
Vías de circulación de vehículos	30
Periferia del predio (3 m a cada lado del muro perimetral)	50

Los niveles indicados se suponen medidos a 1 m. del suelo.

Estas especificaciones técnicas bajo el Código NESC (USA).

La iluminación de emergencia en corriente continua se proyecta para obtener niveles de iluminación generales del orden de la tercera parte de los normales, pero previendo los refuerzos adecuados para mejorar el nivel de iluminación en ciertas posiciones críticas, por medio de tomas para luminarias portátiles. Se prevé la instalación de los focos de iluminación normal de playa de maniobras, en columnas separadas de las torres de Alta Tensión, con escaleras de acceso y plataformas para mantenimiento de las luminarias.

2.1.14. OTROS DE DISEÑO PARA INSTALACIONES CON RELACIÓN A OPERADORES.

Existe un alto grado de automatismo en todas las funciones de control. El acceso de personas al área de la estación debe poder ser monitoreado en forma remota registrándose la persona que ingresa al predio. Se suministrarán sistemas automáticos de protección contra incendios para las instalaciones vitales.

Estos sistemas deberán poder ser monitoreados a distancia y operada por una persona en el cuarto de control. La transferencia entre fuentes alternativas de servicios auxiliares será automática.

Todas las funciones de comando que requieran la acción de un operador deben estar disponibles en forma remota.

Las acciones de comando de seccionadores de línea deberán poder monitorearse en forma remota por medio de cámaras de video. Las funciones de comando que usualmente emplean llaves de control on/off o llaves selectoras de control de múltiples posiciones se deberán ejecutar por medio de combinaciones de relés auxiliares biestables.

Debe poder monitorearse la temperatura ambiente en forma remota.

Todas las funciones de medidas de magnitudes analógicas y digitales, alarmas, indicaciones de estado, registros de secuencia de eventos, ajuste, supervisión, etc. deben estar disponibles en forma remota.

Se proveerá un sistema con llave de enclavamiento ubicado en la sala de control que habilite el acceso a la sala de válvulas, compartimientos de válvulas, a través de la puerta de la misma, exclusivamente en condiciones seguras.

Las condiciones de seguridad requeridas son convertidor detenido, seccionamiento de las conexiones de alterna de las válvulas en la sala de válvulas, y las conexiones de corriente alterna y corriente continua de las válvulas puestas a tierra.

El sistema de llaves para la puerta de la sala de válvulas está comprendido dentro del alcance del suministro.

2.1.15. PROTECCIÓN ANTE PÉRDIDA DE TENSIÓN CONTINÚA 125VCC.

Se incluirá una función de protección que detecte la pérdida de tensión en barras de servicios auxiliares de corriente continua que dispare los interruptores principales de la Subestación. El sistema prevé un dispositivo de almacenamiento de energía que le permite emitir la orden de disparo a los interruptores.

2.1.16. LAY OUT DE LA SUBESTACIÓN.

Esta es la mejor manera de representar gráficamente de la subestación Eléctrica novacero, es un plano as built, el cual se adjunta en el Anexo A14.

SEGURIDAD INDUSTRIAL Y ELÉCTRICA

La seguridad industrial se define como un conjunto de normas y procedimientos para crear un ambiente seguro de trabajo, a fin de evitar pérdidas personales y/o materiales.

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, (OSHA) (1988). Menciona que, ciertos autores le definen como el proceso mediante el cual el hombre, tiene como fundamento su conciencia de seguridad, minimiza las posibilidades de daño de sí mismo, de los demás y de los bienes de la empresa. También consideran que la seguridad es la confianza de realizar un trabajo determinado sin llegar al descuido.

Por lo tanto en la empresa debe brindar un ambiente de trabajo seguro y saludable para todos los trabajadores y al mismo tiempo estimular la prevención de accidentes fuera del área de trabajo. Si las causas de los accidentes industriales pueden ser controladas, la repetición de éstos será reducida.

3. Seguridad y Salud en el Trabajo

(14*) Según el IEES (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social) (2005). Es la disciplina que determina las normas y técnicas para prevención de riesgos laborales, que afectan el bienestar de los trabajadores temporales, contratistas, visitantes y cualquier otra persona en el sitio de trabajo.

En este capítulo se incluyen las normas de seguridad industrial relativas que deben cumplirse durante las actividades de operación y mantenimiento de la Subestación Eléctrica y la línea de transmisión, para el desarrollo de sus actividades.

Las actividades ejecutadas por todo el personal a cargo de la Subestación Eléctrica y sus contratistas o subcontratistas deben ser realizadas como un conjunto de acciones seguras que eviten la producción de accidentes de trabajo.

Generalmente los accidentes de trabajo se producen o incrementan por alguna de las causas siguientes: falta de capacitación al personal, indebida manipulación de materiales delicados y/o peligrosos, infraestructuras inadecuadas, fallas humanas por un exceso de confianza en la forma como se realizan actividades que han llegado a ser hasta cierto punto “rutinarias”.

Para evitar esto se propone que las acciones de trabajo se ejecuten con: planeación, organización, ejecución, control y evaluación de toda actividad tendientes a preservar, mantener y mejorar la integridad colectiva e individual de los trabajadores.

Todo el personal que trabaje en este lugar debe estar en las condiciones saludable y físicas optimas para que desarrollen los trabajos, en función de lo cual se debe proteger al trabajador de los riesgos eminentes que tienen en el día a día.

La Seguridad Industrial **(14*)** La política de seguridad industrial exclusivo para éste proyecto es la de desarrollar todas las actividades de la Subestación Eléctrica en condiciones de trabajo seguro, manteniendo como premisa importante la norma de prevención. Para atender esta política se considerará que:

- Todos los accidentes pueden y deben ser prevenidos.
- Las causas de accidentes pueden ser controladas y eliminadas.
- La Subestación Eléctrica debe hacer hincapié en la prevención de accidentes de trabajo.
- La prevención de accidentes de trabajo es una obligación social indeclinable de todo el personal de la empresa, cualquiera sea su función, y de quienes se hallen transitoriamente en ella, constituyendo además, una condición de empleo.
- Las operaciones de los trabajadores internos y sus contratistas cumplirá con todas las leyes y regulaciones ecuatorianas aplicables en seguridad industrial.
- Capacitar a los empleados a tomar responsabilidad individual de los aspectos de seguridad relativos a su trabajo, notificar irregularidades, lesiones,

enfermedades e incidentes ocupacionales y reportar peligros presentes en el lugar de trabajo.

- Proporcionar respuestas oportunas a reportes y recomendaciones de peligro presentes en el lugar de trabajo.
- Las normas y reglas de seguridad son lineamientos dispuestos para la prevención de accidentes. Debe recordarse que las leyes gubernamentales, ordenanzas municipales, políticas de NOVACERO S.A. que prescriban la seguridad en los trabajos que se desarrollen, prevalecerán sobre estas.
- Para lograr los fines propuestos, es importante el comprometimiento de todos los trabajadores incluido el soporte de la alta gerencia. La siguiente disposición debe ser dada a conocer a los trabajadores y procede del Art. 109 del Código del Trabajo.

Art. 109.- La inobservancia de las medidas de prevención de riesgos determinados en los Reglamentos de Seguridad e Higiene Industrial, constituye una causa legal para la terminación del contrato con el trabajador, de acuerdo con lo dispuesto por el inciso segundo del Art. 384 del Código del Trabajo

Hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El proyecto abarca la operación y el mantenimiento de sus componentes. Durante la fase operativa, si bien se debe mantener cuidado a la ejecución de trabajos en altura, interviene ya el trabajo en sistemas energizados, trabajos que en esta fase son realizados por personal propio y especializado de la empresa.

3.1. Aspectos de la Seguridad Industrial.

3.1.1. Accidente

(15*) Se entiende por accidente de trabajo toda lesión corporal que el trabajador sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecute con cuenta ajena.

Dicho de otro modo más sencillo, es todo daño corporal debido a una causa exterior sobrevenido por razón del trabajo. Serán accidentes de trabajo todas las lesiones que sufra el trabajador durante el tiempo y el lugar de trabajo.

Es todo suceso imprevisto y repentino que ocasione al trabajador una lesión corporal o perturbación funcional, con ocasión o por consecuencia del trabajo, que ejecuta o por cuenta ajena.

Para efectos de la concesión de las prestaciones del IESS, se considera como accidente de trabajo:

- Los que sufra el trabajador al ir o volver de su trabajo. (Itinere)
- Los sufridos como consecuencia u ocasión del desempeño de cargos electivos de carácter sindical, así como los ocurridos al ir o volver del lugar donde ejecuta sus funciones.
- Los ocurridos a consecuencia de la realización de tareas correspondientes a diferentes categorías profesional de la desempeñada normalmente por el trabajador, siempre que sea por cumplimiento de las ordenes del empresario.
- Los sucedidos en actos de salvamento y otros de naturaleza análoga, cuando tengan relación con el trabajo.
- Aquellas enfermedades que se agraven por causa exclusiva del desempeño de la actividad laboral del trabajador, aunque no estén incluidas en el cuadro de enfermedades profesionales.
- Las enfermedades y defectos padecidos con anterioridad por el trabajador que se agraven como consecuencia del accidente.
- Las complicaciones que modifiquen las consecuencias del accidente y que deriven del mismo proceso de curación.

No serán considerados accidentes de trabajo las lesiones debidas a fuerza mayor, imprudencias, temerarias por parte del trabajador o las producidas por propia voluntad.

Causales al no ser calificadas como accidente:

- a. Cuando el trabajador labora en estado de embriaguez, o bajo acción de cualquier tóxico, droga o sustancia psicotrópica.
- b. Si el trabajador intencionalmente, por si solo, o valiéndose de otra persona causare incapacidad.
- c. Si el accidente es el resultado de alguna riña, juego o intento de suicidio, caso de que el accidentado sea sujeto pasivo en el juego o la riña, y que, se encuentre en el cumplimiento de sus actividades laborales.
- d. Si el siniestro es producto de un delito, por el que hubiere sentencia condenatoria contra el asegurado.
- e. Fuerza mayor extraña al trabajo.
- f. Cuando el accidente no tenga relación alguna con la actividad normal que realiza el trabajador.

3.1.2. Incidente

(17*) Es el evento que puede dar lugar a un accidente o tiene el potencial de conducir a un accidente.

Un incidente que no resulte en enfermedades, lesiones, daño u otra pérdida, se denominara también como un cuasi – accidente.

3.1.3. Peligro

(17*) Característica o condición física de un sistema, proceso, equipo, elemento con potencial de daño a las personas, instalaciones o medio ambiente o una

combinación de estos. Situación que tiene un riesgo de convertirse en causa de accidente.

3.1.4. Enfermedad Ocupacional

Son las afecciones agudas o crónicas causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión o labor que realiza el trabajador y que producen incapacidad.

Clasificación de los Agentes específicos que entrañan Riesgo de Enfermedad Ocupacional

- Riesgo Físico.
- Riesgo Químico.
- Riesgo Biológico.
- Riesgo Psicológico.
- Riesgo Ergonómico.
- Riesgo Ambiental.

3.1.5. Identificación de Peligros

(17*) Proceso de reconocimiento de una situación de peligro existente y definición de sus características. Sistema de Administración de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SASST)

El IEES (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social) (2005). Parte del sistema general que facilita la administración de los riesgos SST asociados con el negocio de la organización..

Esto incluye la estructura organizacional, actividades de planeación, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, alcanzar, revisar y mantener la política de SST de la organización.

3.1.6. Riesgo

(17*) Es la combinación de las probabilidades y las consecuencias de ocurrencia de un evento identificado como peligroso. Es la posibilidad de que ocurra: accidentes, enfermedades ocupacionales, daños materiales, incremento de enfermedades comunes, insatisfacción e inadaptación, daños a terceros y comunidad, daños al medio y siempre pérdidas económicas.

3.1.7. Análisis de Riesgos

(17*) El desarrollo de una estimación cuantitativa del riesgo basada en una evaluación de ingeniería y técnicas matemáticas para combinar la consecuencia y la frecuencia de un accidente.

3.1.8. Desempeño

(17*) Resultados medibles del Sistema de Administración de SST, relacionados a los controles de la organización para la prevención de riesgos de salud y seguridad, basados en la política y objetivos de SST.

3.1.9. Auditoria

(17*) Es la revisión sistemática para determinar si las actividades y sus resultados son conformes a la planeación, si dicha planeación es implantada efectivamente y es adecuada para alcanzar la política y objetivos de la organización. La verificación del grado de cumplimiento de los estándares legales en el campo de Seguridad y Salud en el trabajo.

En la Empresa y específicamente la Subestación se darán periódicamente las auditorias internas, externas y de certificación.

3.1.10. Condiciones de Trabajo

(18*) Se entiende como condición del trabajo a cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

Son condiciones de trabajo:

Las características de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo.

La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el medio ambiente. Los procedimientos para la utilización de los agentes citados anteriormente que influyan en la generación de los riesgos mencionados.

Todas aquellas otras características del trabajo, incluidas las relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto el trabajador.

3.1.11. Factores de Riesgo

(18*) Definimos factor de riesgo como el conjunto de elementos o variables que están presentes en las condiciones de trabajo y que pueden originar una disminución del nivel de salud del trabajador.

3.1.12. Técnicas de Prevención

(18*) Definimos técnicas de prevención al conjunto de medidas y actividades adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la empresa con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo.

Las técnicas específicas de la prevención de riesgos laborales son las siguientes:

- Seguridad en el trabajo.
- Higiene laboral.

- Medicina del trabajo.
- Psicosociología.
- Ergonomía.

3.1.13. Daños Profesionales.

(18*) Los riesgos laborales hacen referencia a la posibilidad de perder la salud como consecuencia de las condiciones en las que se desarrolla el trabajo. Si esta posibilidad se materializarse aparecerían los daños profesionales.

Las consecuencias de los daños profesionales las podemos determinar en:

3.1.14. Incapacidad

Es la situación de enfermedad o de padecimiento físico o psíquico que impide a una persona, de manera transitoria o definitiva, realizar una actividad profesional y que normalmente da derecho a una prestación de la seguridad social.

4. LA SEGURIDAD ELÉCTRICA.

(*15) Internacionalmente se acepta el hecho que si un equipo o sistema eléctrico está construido conforme a las prescripciones de seguridad establecidas por las normas IEC o ISO, será capaz de ofrecer al personal que opera o da mantenimiento las condiciones de seguridad.

Esta condición se confirma porque el avance de la técnica guiada para actuar, que se estandarizan, y que también requieren asignar recursos para las actualizaciones permanentes de sus regulaciones conforme la técnica, pero que exige capacitación

permanente para la difusión de los procedimientos para establecer requisitos mínimos de Seguridad Eléctrica.

4.1 Riesgo Eléctrico.

El hecho de que la corriente eléctrica sea en nuestros días la energía más utilizada tanto en la industria como en los usos domésticos y su difícil detección por los sentidos(solo se detecta su presencia cuando ya existe el peligro),hace que las personas caigan a veces en una cierta despreocupación y falta de prevención en su uso.

(*15) El riesgo eléctrico puede producir daños sobre las personas como contracción muscular, paradas cardíaca y respiratoria, fibrilación ventricular, quemaduras etc, y también sobre las cosas como incendios y explosiones.

Más aun cuando los niveles de energía son realmente elevados de potencia, hace que el riesgo sea eminente y los resultados fatales, por este motivo el enfoque de seguridad que se le da al proyecto y actividades dentro de la Subestación Eléctrica Novacero.

4.1.1. Factores que intervienen en el riesgo eléctrico.

(*15) Si el riesgo eléctrico lo definimos como la “posibilidad de circulación de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano”, Para que se dé dicha probabilidad se requiere que:

El cuerpo humano sea conductor.

El cuerpo humano pueda formar parte del corte circuito.

Exista una diferencia de tensiones entre dos puntos de contacto.

Cuando a través del cuerpo humano circula la corriente eléctrica, esta se comporta como una resistencia y de acuerdo con la ley de Ohm, la intensidad de corriente de paso vendrá dada por la fórmula:

$$I = \frac{V}{R}$$

Siendo **I**=Intensidad de corriente que pasa por el cuerpo humano (Amperios)
R=Resistencia que opone el cuerpo al paso de la corriente (Ohmios).
V=Tensión de contacto existente entre el punto de entrada de la corriente y el de salida (Ohmios).

4.2. Intensidad de la corriente que pasa por el cuerpo humano.

Por experiencias pasadas y experimentalmente está demostrado que es la intensidad que atraviesa el cuerpo humano y no la tensión, la puede ocasionar lesiones debido al accidente eléctrico.

Se distingue:

Umbral de percepción: valor de la intensidad de corriente que una persona con un conductor en la mano comienza a percibir (ligero hormigueo).

Se ha fijado para la corriente alterna un valor de 1Ma.

4.3. Tiempo de exposición al riesgo

(*15)Se ha señalado anteriormente a la intensidad de corriente como el principal causante de los accidentes por electrocución .Sin embargo, no se puede hablar exclusivamente de valores de intensidad, sin relacionarlos con el tiempo el paso por el cuerpo humano.

Por la extrapolación de resultados obtenidos en experimentación animal, se ha llegado a establecer la relación entre ambos términos mediante la expresión:

Siendo k una constante que oscila entre 165 y 185 en función de las características personales y t el tiempo de paso de la corriente en segundos

De donde $t = \left(\frac{k}{I(\text{mA})}\right)\text{seg.}$

Esta expresión fue adoptada por la OIT en 1961 una vez modificada a fin de conseguir una mayor seguridad, quedando establecida de la siguiente forma:

$$I = \frac{60}{\sqrt{t}} \text{ (mA)}$$

Estando t comprendido entre 0 y 3 segundos.

Posteriormente trabajos de los realizados se llegaron a establecer una curva en la que se distinguen las siguientes zonas.

4.4. Recorrido de la corriente eléctrica por el cuerpo humano

Las consecuencias del accidente dependen de los órganos del cuerpo humano que atraviesa la corriente eléctrica a su paso por este, tomados como mayor consideración al cerebro y al corazón.

(*15) Las mayores lesiones se producen cuando la corriente eléctrica circula en la dirección:

- Mano derecha - pie izquierdo
- Mano izquierda - pie derecho
- Manos - cabeza
- Mano derecha - tórax-mano izquierda
- Mano – brazo - codo
- Pie derecho - pie izquierdo.

4.5. Naturaleza de la corriente

(*15) Si bien la mayoría de las instalaciones se realizan en corriente alterna, también se considera la posibilidad de accidentabilidad en corriente continua.

Corriente alterna.

Dado que una de las características de la corriente eléctrica es la frecuencia, la superposición de la frecuencia al ritmo nervioso y circulatorio produce una

alternación que se traduce en espasmos, sacudidas y ritmo desordenado del corazón (fibrilación ventricular).

Según la frecuencia de la corriente, podemos decir que las altas frecuencias son menos peligrosas que las bajas, llegando a ser prácticamente inofensivas para valores superiores a 100 000 Hz, produciendo sólo efectos de calentamiento sin ninguna influencia nerviosa, mientras que para 10 000 Hz la peligrosidad es similar a la corriente continua.

4.6. Corriente continua.

En general no es tan peligrosa como la alterna, aunque puede llegar a producir los mismos efectos con mayor intensidad de paso y mayor tiempo de exposición.

Su actuación es por calentamiento, aunque puede llegar a producir un efecto electrolítico en el organismo que puede generar riesgo de embolia o muerte por electrólisis de la sangre.

Los efectos más graves son los producidos por la corriente continua rectificada.

4.7. Resistencia eléctrica del cuerpo humano.

La resistencia eléctrica del cuerpo humano depende de múltiples factores, por lo que su valor se puede considerar en cierto grado aleatoria.

Entre los factores que se correlacionan, determinados experimentalmente, se señala: tensión aplicada, edad, sexo, estado de la superficie de contacto (humedad, suciedad, trayectoria de la corriente), alcohol en la sangre, presión de contacto, etc.

Para el organismo humano y como base de cálculo, se pueden considerar los siguientes valores:

Valor máximo: 3 000 Ohmios.

Valor medio: 1 000/2 000 Ohmios.

Valor mínimo: 500 Ohmios.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC-MI-BT-021) fija el valor de la resistencia eléctrica del cuerpo humano en 2 500 Ohmios.

La NOM-022-STPS establece los siguientes valores de la resistencia del cuerpo humano, dependiendo de la tensión de contacto para corriente alterna de hasta 100 Hz y corriente continua.

Si a los valores de resistencia del cuerpo: 5 000 con piel seca y de 2 500 con el húmeda les aplicamos la ley de Ohm considerando, como se ha visto, una intensidad límite de 10 mA, resultan unos valores de las tensiones seguras en ambientes secos y húmedos:

$$\text{Seco} = i = 0.01 \text{ A} \times 5.000 \text{ Q} = 50 \text{ V}$$

$$\text{Húmedo} = 0.01 \times 2.500 \text{ Q} = 25 \text{ V}$$

Éstos coinciden con los valores de 50 V para ambientes o emplazamientos secos y 25 V para ambientes húmedos, contemplados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

4.6. Tensión aplicada

Se comienza por distinguir entre comente de defecto, la que circula debido a un defecto de aislamiento y comente de contacto, la que pasa a través del cuerpo humano cuando está a la tensión de contacto.

De acuerdo con los tipos de corrientes diferenciamos también tensión de contacto la aplicada al cuerpo humano y tensión de defecto.

Entendiendo, la diferencia de potencial que por un defecto pueda resultar aplicada entre la mano y el pie de una persona que toque con aquélla una masa o elemento normalmente sin tensión, o la diferencia de potencial que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor o entre una masa y tierra, respectivamente

Desde el punto de vista del riesgo, la única tensión a considerar es la de contacto, pero en la práctica, la tensión que se maneja es la de defecto.

4.7. Evaluación del riesgo

En aquellos casos en los que exista un riesgo específico, como el eléctrico que derive generalmente de las deficiencias existentes en las propias instalaciones y equipos para los que haya una reglamentación industrial, ya sea de ámbito nacional autonómica o local, se considera que no es necesario realizar tal evaluación toda vez; que el cumplimiento de las correspondientes normativas debe presuponer que el riesgo se encuentra controlado.

En este caso será suficiente realizar inspecciones de seguridad siguiendo el método de inspecciones de la Empresa Novacero, cuyo objetivo sea e detectar incumplimientos con la normativa de aplicación para su inmediata subsanación

4.8. Efectos de la corriente eléctrica sobre el organismo

Según el tiempo de exposición y la dirección de paso de la corriente eléctrica, par una misma intensidad pueden producirse:

Lesiones graves: Asfixia, ventricular, quemaduras, lesiones secundarias a consecuencia del choque eléctrico tales como caídas de altura, golpes, etc. Cuya aparición tiene lugar dependiendo de los valores de la tabla de afección t- I_c , como se ha tenido ocasión de ver al estudiar la influencia del factor tiempo de exposición y que se completa con el siguiente cuadro, A continuación se menciona los efectos más frecuentes de la corriente eléctrica sobre el organismo:

Paro cardíaco: se produce cuando la corriente pasa por el corazón y su extiende en el organismo se traduce en un paro circulatorio por parada cardiaca

Asfixia: se produce cuando la corriente eléctrica atraviesa el tórax. Impacción de los músculos de los pulmones y la respiración.

Quemaduras: internas o externas por el paso de la intensidad de la corriente a través del cuerpo por efecto Joule ($Q_0=0.24R \cdot I^2 \cdot t$) o por proximidad al arco eléctrico

Tirantización o contracción muscular: consiste en la anulación de la capacidad de reacción muscular, que impide la separación voluntaria del punto de contacto.

Como se ha visto este fenómeno sirve para definir el concepto de la intensidad límite.

Fibrilación ventricular: se produce cuando la corriente pasa por el corazón y su efecto en el organismo se traduce en un paro circulatorio por rotura del ritmo cardíaco.

Se presenta con intensidades del orden de 100 mA.

La fibrilación se produce cuando el choque eléctrico tiene una duración superior a 0.15 segundos, el 20% de la duración total del ciclo cardíaco medio del hombre, que es de 0.75 segundos.

Lesiones permanentes: producidas por destrucción de la parte afectada del sistema nervioso (parálisis, contracturas permanentes, etcétera.)

4.9. Tipos de contactos eléctricos.

El contacto en el circuito eléctrico en tensión se puede producir de dos formas:

El contacto directo que tiene lugar con las partes activas del equipo que están diseñadas para llevar tensión como: cables, clavijas, barras de distribución, bases de conexión enchufes, etc., y el contacto indirecto que es el que tiene lugar al tocar ciertas partes que habitualmente no están diseñadas para el paso de la corriente eléctrica pero que pueden quedar en tensión de contacto y tensión de defecto (partes metálicas o masas de equipos o accesorios).

Conviene recordar las definiciones dadas para los conceptos de tensión de defecto.

En los siguientes esquemas se indican diferentes casos de contactos directos e indirectos:

Así se representa en el circuito eléctrico de la figura donde:

R_n = Resistencia de puesta a tierra del neutro

R_T =Resistencia puesta a la tierra de masas

R_{c1} =Resistencia de contacto

R_{c2} = Resistencia eléctrica del calzado

R_h = Resistencia eléctrica del cuerpo humano

R_s =Resistencia eléctrica del suelo (Si $R < 50000$ el suelo es aislante)

I_c = Corriente que circula por cuerpo humano.

I_d =Corriente total del circuito de defecto.

R_d = Resistencia de defecto.

V_e = Tensión de la red.

V_d = Tensión de defecto.

V_c = Tensión de contacto.

V = Tensión de servicio

4.10. Técnicas de seguridad contra contactos eléctricos

(*15) Las medidas de seguridad utilizadas para controlar el riesgo pueden ser de dos tipos: informativas y de protección.

4.11. Técnicas informativas de seguridad

Reciben el nombre de medidas informativas aquella que de algún modo proviene la existencia del riesgo.

Normativas: consisten en establecer normas operativas de carácter específico para cada trabajo o generales, coordinadas con las restantes medidas informativas. Pueden ser personales o generales

Instructivas: consisten en la formación de los operarios que trabajan en riesgos eléctricos sobre la forma de utilización correcta de los aparatos y herramientas que manejan y el significado de la de la simbología y señalización

De señalización: consiste en la colocación de señales de prohibición, precaución o información en los lugares apropiados.

De identificación o detección: Consiste en la identificación y comprobación de tensiones en las instalaciones eléctricas antes de actuar sobre las mismas

4.12. Sistemas de la fase operativa

Todos los empleados propios y de contratistas se sujetarán a los estándares de seguridad que exija NOVACERO S.A., para garantizar una operación segura y dependiendo del tipo de actividades más comunes que se realicen, podrá implementar en campo:

- a) Sistema de permisos de trabajo.
- b) Sistema de análisis de trabajo seguro.

Estos sistemas deberán contar con sus respectivos registros y documentación.

Procedimientos específicos para el manejo de los riesgos específicamente eléctrico serán desarrollados y serán consistentes con los sistemas.

- Manual de seguridad e higiene industrial para la ejecución de trabajos en instalaciones eléctricas energizadas y desenergizadas. Seguridad Trabajos Eléctricos.

La información presentada en el Apéndice P3. Z **Trabajos en instalaciones energizadas**, tiene por objetivo el servir de guía para que el área competente de NOVACERO S.A. pueda en su fase operativa ajustar e implementar un manual y guías específicas con sus operaciones especialmente en lo que compete a este proyecto.

5. TÉCNICAS DE SEGURIDAD DE PROTECCIÓN

(*18) Las técnicas de seguridad y protección son las que protegen al operario frente a los accidentes eléctricos.

Se pueden clasificar en: Individuales y de instalación

Individuales

Dentro de este grupo se puede considerar los guantes aislantes, cascos, aislantes, tarimas y alfombras aislantes, pértigas de maniobra de salvamento, calzado aislante,

etc., Habrán de cumplir con las exigencias esenciales de seguridad y salud, y consiguientemente llevar la marca CE

De la instalación

Se dividen en dos grupos:

5.1. Protección de los contactos directos

Se basan en los siguientes principios:

Disposición que impida que la corriente eléctrica atraviese el cuerpo humano.

Limitación de la corriente que pueda atravesar el cuerpo humano a una intensidad no peligrosa

5.2. Protección de los contactos indirectos

Dentro de este grupo podemos considerarlas agrupadas en; Sistemas de clase A y sistemas de clase B basadas en los siguientes principios:

Sistemas de clase A

Disposición que impida que la corriente atraviese el cuerpo humano.

Limitación de la corriente de defecto que pueda atravesar el cuerpo humano a una intensidad no peligrosa

Sistemas de Clase B:

Corte automático cuando aparece un defecto susceptible de favorecer, en caso de contacto con las masas, el paso a través del cuerpo humano de una corriente considerada peligrosa.

Dentro de las medidas de protección de la Clase A se incluyen:

Separación de circuitos.

Empleo de pequeñas tensiones de seguridad.

Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección (doble aislamiento).

Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.

Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.

Conexiones equipotenciales.

Dentro de las medidas de protección de la Clase B se incluyen:

Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto.

Dispositivos de corte por intensidad de defecto.

Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.

Interruptores diferenciales.

5.3. Medidas de protección contra contactos directos

Se comentan las medidas de protección enumeradas anteriormente:

Separación por distancia.

Interposición de obstáculos o barreras.

Recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Separación por distancia

Esto consiste en alejar las partes activas de la instalación hasta una distancia tal del de circulación, porque sea imposible un contacto voluntario o accidental.

b) Interposición de obstáculos o barreras

Este método consiste en colocar obstáculos o barreras materiales entre las partes activas de la instalación eléctrica y el hombre, de forma que sea imposible el contacto accidental entre ellas.

Es un método de gran eficacia y, por consiguiente, muy utilizado (armarios para cuadros eléctricos, celdas de transformadores y seccionadores de alta tensión, tapa de interruptores, reactores, etc).

c) Recubrimiento o aislamiento de las partes activas

(*15) Este procedimiento consiste en aplicar material aislante directamente sobre las partes activas de la instalación eléctrica, de forma que limite la corriente de contacto a un valor no superior en cables eléctricos recubiertos y herramientas aisladas para trabajos en tensión.

Medidas de protección contra los contactos indirectos

Se utilizara las medidas de protección enumeradas anteriormente.

Sistemas de Clase A

Consisten en adoptar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos o impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y elementos conductores, en los que puede aparecer una diferencia de potencial peligrosa.

Los sistemas de Clase A comprenden:

5.3.1. Separación de circuitos

(*15) Este sistema de protección se basa en el principio de que «para que haya paso de corriente eléctrica por el cuerpo humano, éste ha de formar parte del circuito
Consiste en separar los circuitos de utilización de la fuente de energía (circuito distribución y alimentación de la corriente, al elemento que se quiere proteger y en general a otros que puedan sufrir inducción, manteniendo aislado de conductores del circuito de utilización incluido el neutro.

Estos grupos de ellos se representan por el símbolo que se indica en el esquema. Si se produce una tensión de defecto en el elemento protegido y el hombre lo toca, o se produciría el paso de la corriente por él ante la imposibilidad de cerrarse el circuito debido a la separación galvánica existente entre el circuito general o de distribución y alimentación al elemento protegido.

5.3.2. Separación entre las partes activas y las masa accesibles por medio de aislamiento de protección.

Este sistema de protección consiste en el empleo de un aislamiento suplementario del denominado funcional (el que tienen todas las partes activas de los aparatos eléctricos para que puedan funcionar y como protección básica contra los contactos directos. Es conocido como de doble aislamiento y su empleo está muy extendido en las máquinas eléctricas portátiles, de uso industrial o doméstico.

5.3.3. Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.

Este sistema de protección consiste en garantizar la seguridad la imposibilidad material de establecer un circuito de defecto al existir una inaccesibilidad simultánea, en condiciones normales de trabajo, entre masas y elemento conductor o dos masas

5.3.4. Recubrimiento de masas con aislamiento de protección

Este sistema de protección consiste en recubrir las masas con un aislamiento de protección.

Al aplicar esta medida deberá tenerse en cuenta que las pinturas, barnices, lacas y productos similares, no tienen las condiciones requeridas para poder ser consideradas como aislamiento a no ser que se acredite, mediante los ensayos pertinentes, que cumplen las condiciones requeridas de aislamiento.

El uso de esta medida dispensa tomar cualquier otra contra contactos indirectos.

5.3.5. Conexiones equipotenciales

Este sistema de protección consiste en unir todas las masas de la instalación a proteger entre sí mediante un conductor de resistencia despreciable, para evitar que puedan aparecer en cualquier momento diferencias peligrosas de potencial entre ellas.

Sistemas de Clase B Estos sistemas consisten en la puesta a tierra directa o bien en la puesta a neutro de las masas desconexión de la instalación de la instalación defectuosa con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto peligrosa.

Los sistemas de Clase B comprenden:

Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto.

Puesta a neutro de las masas con dispositivo de corte por intensidad de defecto.

Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por tensión de defecto.

5.3.6. Puesta a tierra de las masas

(*15) Se entiende por puesta a tierra la unión mediante elementos conductores, sin fusible ni protección alguna, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, a fin de permitir el paso a tierra de las corrientes eléctricas que puedan aparecer por defecto en los citados elementos, limitando el paso de la corriente por el cuerpo de la persona en el caso de un accidental contacto a una intensidad.

Una instalación de puesta a tierra está integrada por los siguientes elementos: toma de tierra o electrodos, líneas principales de tierra, derivaciones de las líneas principales de tierra y conductores de protección unidos a tuberías o estructuras metálicas.

El sistema de puesta a tierra puede utilizarse como única protección, evitando que en las masas metálicas que protegen aparezcan tensiones superiores a las de seguridad. En este caso se requiere que la resistencia de la puesta a tierra sea muy baja y que se mantenga a lo largo del tiempo.

De acuerdo con lo expuesto, los sistemas de puesta a tierra deberán llevar asociados otros sistemas de corte sensibles a las sobre intensidades, cortacircuitos fusibles o interruptores de máxima, o sensibles a las corrientes de defecto.

En cualquier caso deberá cumplirse que: siendo:

V_s = Tensión de seguridad (24 V ó 50 V)

I_{de} = Intensidad de defecto.

El dispositivo de corte debe actuar en un tiempo de segundos, mientras que en los interruptores diferenciales es del orden de milisegundos.

5.3.7. Empleo de dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptor diferencial)

Este sistema de protección consiste en disponer de un sistema interruptor diferencial que corte el paso de la corriente cuando aparece en el circuito una intensidad de defecto a tierra, cerrándose el circuito directamente por tierra. Para comprobar su funcionamiento dispone de un pulsador de prueba.

5.3.8. Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto

Este sistema consiste en combinar los dos sistemas resultando el más utilizado. Con la conexión permanente de las masas a tierra no es preciso que la persona sufra el contacto eléctrico sino que el corte del suministro se produce en el instante mismo en que se produce el fallo, que se canaliza a través del circuito a tierra.

5.3.9. Puesta a neutro de las masas con dispositivo de corte por intensidad de defecto

Este sistema de protección consiste en unir todas las masas de la instalación eléctrica a proteger a conductor neutro, de tal forma que los defectos francos del aislamiento del dispositivo de corte se transformen en cortocircuitos entre fase y neutro, provocando el accionamiento del dispositivo de corte automático y en consecuencia la desconexión de la instalación defectuosa.

5.3.10. Trabajos de alta tensión

Según el valor nominal de la tensión, las instalaciones eléctricas se clasifican

Instalaciones eléctricas de media tensión: si las tensiones nominales son <1000 V (c.a) y ≤ 1500 V (c.d.)

Instalaciones eléctricas de alta tensión: si las tensiones nominales son

>1000 V (c.a.) y ≤ 1500 V (c.d.)

Instalaciones eléctricas de baja tensión: si las tensiones nominales 50V(c.a.) y 75V(c.d.)

En el caso de los trabajadores en AT habrán de extremarse las medidas seguridad estudiadas, tanto informativas como de protección, al ser el riesgo mucho que en un alto porcentaje de casos el accidente suele ser mortal.

Existe la posibilidad de que el salto del arco a través del aire pueda atravesar el cuerpo del operario que se encuentre en las proximidades sin necesidad de que exista contacto físico, la principal medida consistirá en el mantenimiento de las distancias de seguridad que establece IEC-71A-1962

6. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPI'S)

(*19) La dotación, instrucción y capacitación sobre el uso de implementos y equipos de protección individual (EPI) será un aspecto prioritario a tratar.

Todos los trabajadores deben usar ropa de trabajo apropiada y los EPP, que será suministrado por NOVACERO S.A. o sus contratistas; se notificará a bodega y mantendrá un registro sobre la entrega del Equipo de Protección Personal, capacitaciones impartidas sobre su uso y sobre su cambio o reposición una vez que el inicialmente entregado se encuentre deteriorado.

Las siguientes disposiciones se seguirán en lo concerniente al EPI:

Todo trabajador usará el EPI en el sitio de trabajo.

No se permiten pantalones cortos o camisas sin mangas, no se podrán utilizar sandalias o mocasines.

6.1. Persuasión del empleado:

Todos los esfuerzos que se hagan por seleccionar y proveer de equipo de protección apropiado serán inútiles si este no se usa adecuadamente, y el resultado final es la desilusión y la desgana, pérdida de tiempo, de esfuerzos y de dinero.

La elección de los dispositivos de protección individual, se ha realizado con ayuda del operador, ya que va a ser este quien los use, ya que si se requiere equipo de protección en un área específica, esto significa que debe ser protección cómoda de acuerdo con lo que estipule el **Departamento de Seguridad** de la Empresa con la debida Autorización. Dentro de la fase operativa de instalaciones energizadas, el EPI deberá considerar este aspecto y requerir que el mismo sea de carácter dieléctrico, el equipo mínimo comprendería:

Cascos con protección a la corriente eléctrica de las siguientes clases:

Clase A: Resistente a impactos y choques eléctricos de hasta 2200 V.

Clase B: Resistente a impactos y choques eléctricos de hasta 25000 V.

Guantes para trabajo industrial y para trabajos eléctricos.

Calzado dieléctrico (clase G, H o I según la norma INEN).

7. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

(*20) Una correcta señalización de seguridad y de salud que puede referirse a una actividad o situación determinada, proporciona un a indicación u obligación mediante señales que pueden ser: en forma de paneles, colores, señales luminosas o acústicas, comunicación verbal o gestual, según el trabajo a realizar, todo ello permite transmitir mensajes de carácter temporal o permanente mediante símbolos y leyendas pre-reconocidas y legalmente instituidas.

7.1. Selección y ubicación:

La selección y ubicación de las señales de seguridad responde a las circunstancias reales en las cuales se realizan los trabajos, atendiendo a los riesgos que presenta la actividad a desarrollarse. En cuanto a esto es claro el Art. 164 del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo que indica:

- *Art. 164.- “...La señalización de seguridad se establecerá en orden a indicar la existencia de riesgos y medidas a adoptar ante los mismos, y*

determinar el emplazamiento de dispositivos y equipos de seguridad y demás medios de protección...”

7.2. Clasificación de las Señales de Seguridad:

El Art. 169 del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo establece los siguientes tipos de señales visuales con su correspondiente color:

a) Señales de Prohibición (SP):

Serán de forma circular y el color base de la misma será de color rojo. En un círculo central, sobre fondo blanco se dibujará, en negro, el símbolo de lo que se prohíbe.

b) Señales de obligación (S.O.):

Serán de forma circular con un fondo azul oscuro y un reborde de color blanco, sobre fondo azul, en blanco, el símbolo que exprese la obligación a cumplir.

c) Señales de prevención o advertencia (S.A.).

Estarán constituidas por un triángulo equilátero y llevarán un borde exterior en color negro. El fondo del triángulo será de color amarillo, sobre el que se dibujará, en negro el símbolo del riesgo que se avisa.

d) Señales de Información (S.I.):

Serán de forma cuadrada o rectangular. El color del fondo será verde llevando de forma especial un reborde blanco a todo lo largo del perímetro. El símbolo se inscribe en blanco y colocado en el centro de la señal...

Estos ítems establecen la normativa que rige la utilización de los rótulos para seguridad, a la vez que brinda las principales señales que podrían utilizarse en el proyecto, estas alternativas provienen de un que han sido ya usados en otros proyectos de este tipo y que se adjuntan un modelo en el Anexo 15 de Señalización.

EL MANTENIMIENTO Y EL DATASTREAM 7i

9. EL MANTENIMIENTO.

(*1) NOVACERO S.A. hoy en día, tiene plantas ubicadas en Quito, Guayaquil y Lasso, siendo estas tres plantas encargadas de la fabricación de productos de acero, y es así que ha tomado en cuenta que el mantenimiento representa un arma importante en el desarrollo de la empresa y en la seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos.

(*24) El mantenimiento de equipos, infraestructuras, herramientas, maquinaria, entre otros, representa una inversión que a mediano y largo plazo, esto acarreará ganancias para la empresa por lo tanto esta inversión se revertirá en mejoras de su producción, también generará ahorro que representará tener índices bajos de accidentes.

El mantenimiento industrial constituye una actividad esencial para alcanzar altos grados de eficacia en los sistemas productivos de la empresa y garantizar las ventajas competitivas en los productos como en los servicios ofrecidos. El mantenimiento no es una función "miscelánea", sino es aquel que produce un bien real, por lo que esto se puede resumir en capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

(*25) Un programa de mantenimiento que ayudará a eliminar los tiempos de paradas imprevistas, nos permitiría poseer una información del stock de los repuestos necesarios y oportunos, además la compra de repuestos con anticipación.

¿Cuál es la participación del mantenimiento en el éxito o fracaso de una Subestación Eléctrica?

Por estudios comprobados se sabe que incide en:

- Costos de producción.
- Calidad del servicio.
- Capacidad operacional de competitividad.
- Capacidad de respuesta de la Subestación Eléctrica como un ente organizado e integrado.
- Calidad de vida de los colaboradores.
- Imagen y seguridad ambiental de la compañía.

9.1.1. La Subestación Eléctrica Novacero.

(*2) En la empresa NOVACERO S.A. planta Lasso, existe un programa de mantenimiento que permite mejorar el control sobre las máquinas, equipos, operación y stock de bodega; organización del personal de mantenimiento, tareas programadas, por lo que la empresa rige la necesidad de adoptar cualquier departamento nuevo o planta a funcionar, el ingresar obligatoriamente al software de mantenimiento para que satisfaga con sus requerimientos.

Al momento la Subestación Eléctrica Novacero terminada su construcción y puesta a punto requiere de una administración adecuada para su óptimo funcionamiento

9.2. Definiciones de Mantenimiento

(24*) Conjunto de técnicas que tienen por objeto conseguir una utilización óptima de los activos productivos, manteniéndolos en el estado que requiere una producción eficiente con unos gastos mínimos.

(*25) Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

Comprende todas aquellas actividades necesarias equipos e instalaciones en una condición particular condición.

Asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas.

Entonces el mantenimiento no es más que el conjunto de actividades que se realizan en una empresa con el fin mantener o restablecer un bien, enfocados a la optimización de recursos.

9.3. Finalidad del mantenimiento.

(23*) Conservar los equipos, las edificaciones, los servicios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectadas con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de Producción.

9.4. Organización de mantenimiento en La Subestación Eléctrica.

(2*) Estos son todos los objetos, medios, procesos, actividades, que se interrelacionan para cumplir el con este fin específico, que son los siguientes:

Recursos Humanos: Personal de la empresa y externos relacionados con la Subestación Eléctrica y Producción en las diferentes plantas.

Recursos Materiales: Repuestos, herramientas y equipos.

Administración: La persona con estructura jerárquica de autoridad y responsabilidad que decida que trabajo se harán, cuando y como debe llevarse a cabo.

9.5. Objetivo del mantenimiento en la Subestación Eléctrica.

(*26) El objetivo de Mantenimiento es asegurar la competitividad y eficiencia del servicio energético de la Subestación para el bien de la empresa por medio de:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Establecer lineamientos de seguridad para los operadores.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos.
- Maximización de la vida de los equipos.
- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada.
- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad y estabilidad energética para la empresa.
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.

9.6. Funciones del mantenimiento en la subestación eléctrica.

9.6.1. Funciones primarias

Mantener, reparar y revisar los equipos e instalaciones.

Transformación y distribución del servicio eléctrico.

Garantizar potencia, continuidad y calidad de energía eléctrica

Desarrollar programas de mantenimiento preventivo y programado.

Selección y entrenamiento de personal.

9.6.2. Funciones secundarias

- Asesorar la compra de nuevos equipos.
- Hacer pedidos de repuestos, aparatos y suministros.

- Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros.
- Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección en óptimas condiciones.
- Llevar la contabilidad e inventario de los equipos.
- Organizar y controlar actividades de mantenimiento.

9.7. Índices de medida del mantenimiento

9.7.1. Disponibilidad / Fiabilidad

(23*) Es la actitud de un elemento para realizar una función prevista en un tiempo determinado en función de su fiabilidad y las condiciones de su mantenimiento.

- Índice de disponibilidad **D**
- Tiempo Promedio entre Fallas **T.P.E.F.**
- Tiempo Promedio para Reparar **T.P.P.R.**
- Índice de Confiabilidad **T.P.E.F.**

La disponibilidad viene dada por la siguiente ecuación:

$$D = T.P.E.F. / (T.P.E.F. + T.P.P.R.)$$

9.8. Consecuencias económicas por la falta ó ineficiencia del mantenimiento

- Destrucción de instalaciones y equipos.
- Cortes de energía imprevistos y pérdidas de producción.
- Disminución de calidad del servicio.
- Interrupciones en el proceso de producción con su costo económico.
- Disminución de la vida útil de los equipos.
- Pagos de salarios por mano de obra inactiva.
- Costos de capital por equipos improductivos.

9.9. Efectos prácticos de pérdidas de energía por un mal mantenimiento.

- Corte de producción con su respectivo costo operacional.
- Pérdidas de horas hombre de producción.
- Pérdidas de continuidad en máquinas y equipos.
- Desgaste en la vida útil de los equipos.
- Demandas pico en el re-arranque.
- Consideraciones de tiempo muerto en máquinas.
- Calibración y carga de programas para el re-arranque, etc.

10. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

(24*) Mantenimiento preventivo es el efectuado a un bien siguiendo un criterio, con el fin de reducir las posibilidades de falla.

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el mantenimiento correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados.

10.1. Acciones del mantenimiento preventivo

Básicamente consiste en programar revisiones de los aparatos, apoyándose en el conocimiento de los equipos eléctricos, siguiendo recomendaciones de fabricantes, en base a la experiencia y los históricos obtenidos de las mismas si lo hubiese.

Se confecciona un plan de mantenimiento para cada equipo, donde se realizaran las acciones necesarias como pruebas, limpieza, inspecciones, etc.

10.2. Ventajas mantenimiento preventivo en subestaciones

Exige un conocimiento de los equipos y una revisión de Data Books, e inclusive un tratamiento de los históricos de comparación que ayudará en gran medida a controlar las instalaciones.

- El cuidado periódico con lleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad, eficiencia y a la mejora continua.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones coordinados con producción.
- Evitar detenciones inútiles o para de servicio.
- Evitar accidentes y aumentar la seguridad para las personas.

10.3. Desventajas mantenimiento preventivo en subestaciones eléctricas

Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra.

El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados. Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.

Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal que opera, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.

10.4. Desarrollo del programa de mantenimiento

(28*)El mantenimiento integral de la Subestación Eléctrica se cumple regularmente apoyado en una metodología establecida que incluye el seguimiento de procedimientos y normas a través de formas o planillas diseñadas para su efecto con la ayuda de la software DATA STREAM 7i que registrará toda la administración del Mantenimiento. La necesidad del mantenimiento dependerá de dos (2) factores:

- a) Que le corresponda porque el Programa Anual así lo establece.
- b) Porque el promedio o frecuencia de fallas tienda a alterar el nivel o rango establecido.

10.5. Ejecución del mantenimiento.

Determinada la necesidad del mantenimiento a la Subestación, debe señalarse que la metodología establece como mínimo el mantenimiento a todos los equipos e instalaciones que lo conformen en base a la recomendación de los fabricantes, frecuencias establecidas y a la experiencia para corregirlos conforme se vayan dando.

11. MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

(26*)Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación.

El mantenimiento correctivo puede considerarse dividido en dos partes:

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: condiciones climáticas, daños de terceros, problemas en la línea de transmisión o distribución.

El mantenimiento preventivo programado es una actividad correctiva que implica reparación y reemplazo de piezas que tiene carácter preventivo, ya que en función de las condiciones del equipo o de ciertos parámetros se efectúan las reparaciones con la intención de anticiparse y prevenir daños mayores que afecten a la disponibilidad del equipo puede ser debido a las siguientes razones: El número de operaciones es una condición que obliga a la intervención de un mantenimiento correctivo planificado en interruptores. Después de cierto número de operaciones por falla u operaciones manuales, el aislamiento es afectado y los contactos se llenan de cavitaciones en su superficie, debido a los esfuerzos electrodinámicos a los que han estado sometidos, lo que obliga a una intervención en el equipo.

12. MANTENIMIENTO CORRECTIVO NO PLANIFICADO EN SUBESTACIONES.

(26*) Es el mantenimiento de emergencia (reparación de fallas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

12.1 Mantenimiento correctivo planificado en subestaciones.

Se sabe con anticipación o bajo solicitud de acción, qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el servicio o equipo para efectuar la reparación, se

disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

12.2. Ventajas mantenimiento correctivo en subestaciones.

Si el equipo esta preparado la intervención en el fallo es rápida y la reposición o corrección en la mayoría de los casos será con el mínimo tiempo.

No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes será suficiente, por lo tanto el costo de mano de obra será mínimo, será más prioritaria la experiencia y la pericia de los operarios, que la capacidad de análisis o de estudio del tipo de problema que se produzca.

Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implantación de otro sistema resultaría poco económico.

12.3. Desventajas Mantenimiento Correctivo Planificado en Subestaciones

Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada

Se suele producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención, y a la prioridad de reponer antes que reparar definitivamente, por lo que produce un hábito a trabajar defectuosamente, sensación de insatisfacción e impotencia, ya que este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por mala reparación por lo tanto será muy difícil romper con esta inercia.

13. MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

(26*) Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitoreo.

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, y en algunos casos al correctivo. 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 desenergizadas, pero existen algunas técnicas que se pueden aplicar sin necesidad de desenergizar la línea.

También existen disposiciones de subestaciones que permiten que algunos equipos puedan ser desenergizadas para trabajos de mantenimiento, sin que esto implique la interrupción del servicio eléctrico, pero de todos modos requerirá de una coordinación con los responsables de operación. Las técnicas de Mantenimiento Predictivo que se aplican en subestaciones, en base a recomendaciones de normas internacionales (IEC-76, IEC-72)

En la mayoría de las industrias el mantenimiento programado se efectúa en días en los que la producción puede ser interrumpida, pero en el caso del servicio eléctrico, ya que su continuidad no puede ser interrumpida, estos trabajos se programan en días en los que el consumo de energía eléctrica es menor que los demás, lo que ocurre generalmente los fines de semana.

13.1. Ventajas mantenimiento predictivo en Subestaciones Eléctricas.

- La intervención en el equipo o cambio de un elemento.
- Nos obliga a dominar el proceso y a tener unos datos técnicos, que nos comprometerá con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.

13.2. Desventajas mantenimiento predictivo

- La implantación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante, los equipos y los analizadores de vibraciones, cámaras termográficas, otros de medición que tienen un costo elevado.
- De la misma manera se debe destinar un personal a realizar la lectura periódica de datos.
- Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos, trabajo que requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.

13.3. Metas:

El sistema esta orientado a lograr:

- Cero accidentes
- Cero defectos.
- Tendencia a cero fallas.
- Disponibilidad y Fiabilidad.

13.4. Ventajas:

- Al integrar a toda la organización en los trabajos de mantenimiento se consigue un resultado final más enriquecido y participativo.
- El concepto está unido con la idea de calidad total y mejora continua.

13.5. Desventajas:

- Se requiere un cambio de cultura general, para que tenga éxito este cambio, no puede ser introducido por imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos.
- La inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa.
- El proceso de implementación requiere de colaboración y tiempo.

13.6. Integración del Mantenimiento como Proactivo

(26*) El mantenimiento proactivo integrado 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 utilizando como herramienta el Software de Mantenimiento.

El grupo de trabajo a cargo de esta actividad debe estar un grupo de trabajo, consistente en un Círculo de Mantenimiento que a su vez es dirigido por los responsables de mantenimiento. Pueden existir varios círculos de mantenimiento,

encargados de diferentes aspectos del servicio de mantenimiento o de diferentes componentes del sistema.

Los responsables de mantenimiento les darán a los Círculos de Mantenimiento determinados problemas a estudiar, y éstos se encargarán de elaborar las propuestas y sugerencias para dar solución a los problemas.

13.7. Falla

(26*) Es el deterioro en cualquiera de los elementos de un equipo que impide el funcionamiento normal de éste (pérdidas energéticas, contaminación, nivel productivo, falta de calidad).

13.7.1. Clasificación de las fallas

- Fallas Tempranas

Ocurren al principio de la vida útil de los equipos y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.

- Fallas adultas

Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores, por ejemplo: desgaste de contactos, suciedad en un filtro, cambios de silica gel, etc.

- Fallas tardías

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del equipo o del bien (envejecimiento del aislamiento, disminución de la capacidad de transformación, etc.

13.7.2. Clasificación en función de la capacidad de trabajo

Fallos parciales: afecta a una serie de elementos, pero con el resto se sigue trabajando.

Fallos totales: se produce el paro de todo el sistema.

Ambos fallos dependerán de la complejidad del equipo y si están en serie o paralelo.

13.7.3. Clasificación en función de cómo aparece el fallo

Fallos progresivos: hacen prever su aparición (desgastes, abrasión, desajustes).

Fallos repentinos: dependen de una serie de coincidencias no previsibles, el más común es la rotura e inclusive fenómenos naturales como descargas atmosféricas.

13.7.4. Otra Clasificación

Fallas Eléctricas

Fallas Mecánicas

Fallas Electrónicas

Fallas Personal

Fallas Dependientes de otros fallos

Fallas Independientes

Fallas Estables

Fallas Temporales

Fallas Intermitentes

14. PROCESO DE REPARACIÓN

Hay que realizar un análisis y búsqueda del origen de la avería, que a veces resulta complejo ya que se debe ir comprobando parcialmente los elementos e inclusive desmontar muchas piezas y equipos para ver la causa.

En el tiempo de reparación influyen tres factores:

- **Organizativos:** dirección de la mano de obra, adiestramiento y disponibilidad del personal, eficacia en la gestión de soluciones y disponibilidad de documentación.
- **De diseño:** complejidad del equipo, peso de su conjunto, diseño, normalización e ínter cambiabilidad de sus componentes, facilidad de reparación, montaje y desmontaje.
- **De ejecución:** se considera el conocimiento y habilidad de la mano de obra, utillaje empleado, pruebas de los diferentes elementos reparados y preparación de los trabajos.

14.1. Las Órdenes de Trabajo (O.T.)

(24*) La orden de Trabajo es un sencillo procedimiento que desde los inicios de la industrialización y de su racionalización, se viene utilizando en todas partes, permitiendo organizar con una determinada sistemática los procesos reparaciones tendentes a obtener soluciones, esta es arrojada a través del sistema con la frecuencia establecida.

Las solicitudes de trabajo son generadas cada vez que se advierte o necesite que un trabajo de mantenimiento se ejecute:

Las órdenes de trabajo de mantenimiento son provocadas por Solicitudes de trabajo que luego de ser firmadas por el Jefe de Mantenimiento se convierten en Órdenes de Trabajo.

14.1.1. Tipos de Órdenes de Trabajo:

Orden Normal.

Orden Urgente.

Orden compuesta o cruzada.

Orden de Pequeños trabajos.

Orden Permanente.

14.1.2. Planificación de las O.T.

(24*) La planificación tiene como misión determinar: ¿Qué debe hacerse?, ¿Quién debe hacerlo? y ¿Dónde, cuándo y cómo debe hacerse? para lograr los mejores resultados, en el tiempo apropiado y de acuerdo con los recursos que se dispone.

La planificación implica un proceso consciente de estudio y selección del mejor curso de acción a seguir, frente a una variedad de alternativas posibles y factibles de acuerdo a los recursos disponibles.

Para realizar la planificación de las O.T. se toma un conjunto de órdenes de trabajo de mantenimiento en curso y también aquellas que están en proceso de lanzamiento con respecto a la planificación anual.

Cuestiones a tomar en cuenta:

El objetivo fundamental del plan de mantenimiento es eliminar la causa que produjo la avería, no la reparación en sí repentina progresiva

15. LA BASE DE DATOS

(28*) Un conjunto de información almacenada fichas o en memorias auxiliares que permiten acceso directo y un conjunto de programas que manipulan esos datos

Las bases de datos, son utilizadas en sistemas que requieren una interacción fluida con la aplicación; esta información es ingresada por los proveedores del software, por lo tanto es necesario llevar una base de datos clara y concreta.

15.1. Pasos para diseñar una base de datos

Determinar la finalidad de la base de datos.

El primer paso para diseñar una base de datos es determinar la finalidad de la base de datos y cómo se utiliza. Debe saber qué información desea obtener de la base de datos.

Determinar las tablas.

Una tabla no debe contener información duplicada. Cuando cada elemento de información está almacenado en una tabla, se actualiza en un solo lugar.

Esto resulta más eficiente y elimina la posibilidad de que existan entradas duplicadas que contengan información diferente. Cada tabla debe contener información sobre un asunto específico.

Determinar los campos

Relacione cada campo directamente con el asunto de la tabla.

No incluya datos derivados ni calculados.

Incluya toda la información que necesite.

Almacene información en sus partes lógicas más pequeñas

Identificar los campos con valores exclusivos.

Cada tabla de la base de datos debe incluir un campo o un conjunto de campos que identifiquen de forma exclusiva cada registro individual de la tabla. Este campo o conjunto de campos se denomina clave principal.

Relacionar las tablas.

Una vez que se ha dividido la información en tablas y que ha identificado los campos de clave principal, se necesita volver a reunir toda la información relacionada de un modo significativo. Para ello, debe definir relaciones entre las tablas.

Precisar el diseño.

Una vez diseñadas las tablas, los campos y las relaciones que se necesita, es el momento de estudiar el diseño y detectar posibles fallas que puedan quedar. Es más sencillo cambiar el diseño de la base de datos ahora que una vez que haya rellenado las tablas con datos.

Agregar datos y crear otros objetos de la base de datos

Cuando considere que la estructura de las tablas cumple los objetivos de diseño descritos anteriormente, es el momento de comenzar a agregar los datos existentes a las tablas. A continuación, se puede crear las consultas, formularios, informes, macros y módulos que deseados.

Análisis del programa.

Una vez que se ha cumplido con todos los parámetros anteriores el siguiente paso es analizar que licencias voy a obtener cuales aplicar y en función a costos escoger lo adecuado que se ajuste a las necesidades de la base de datos.

Introducción de datos

Para realizar la introducción de datos se debe ir registro por registro rellenando los campos que hemos preparado, esta tarea lo realizara únicamente el técnico proveedor.

Después irán a la creación de consultas, formularios, informes, macros y módulos. Hay herramientas que podremos utilizar, para dar las opciones que se requieran.

CODIFICACIÓN DE EQUIPOS Y PARTES

15.3.1. Instrucciones:

Esta instrucción se aplica para codificar todas las líneas de producción, máquinas, equipos y sus partes, da lineamientos para la identificación y marcado en las plantas de Producción de la Empresa. Identificación del estado del producto.

Las líneas de producción de cada localidad así como las secciones y sus partes se deben identificar con el código asignado.

Esta identificación se realizará por cualquier medio que sea legible y bajo las restricciones que se solicitan.

15.3.2. Identificación del estado del producto.

Las líneas de producción de cada localidad así como las secciones y sus partes se deben identificar con el código asignado.

Esta identificación se realizará por cualquier medio que sea legible y bajo las restricciones que se solicitan. Esta tarea tendrá dirección de un profesional en el campo que se facilitará previamente al ingreso de la base de datos.

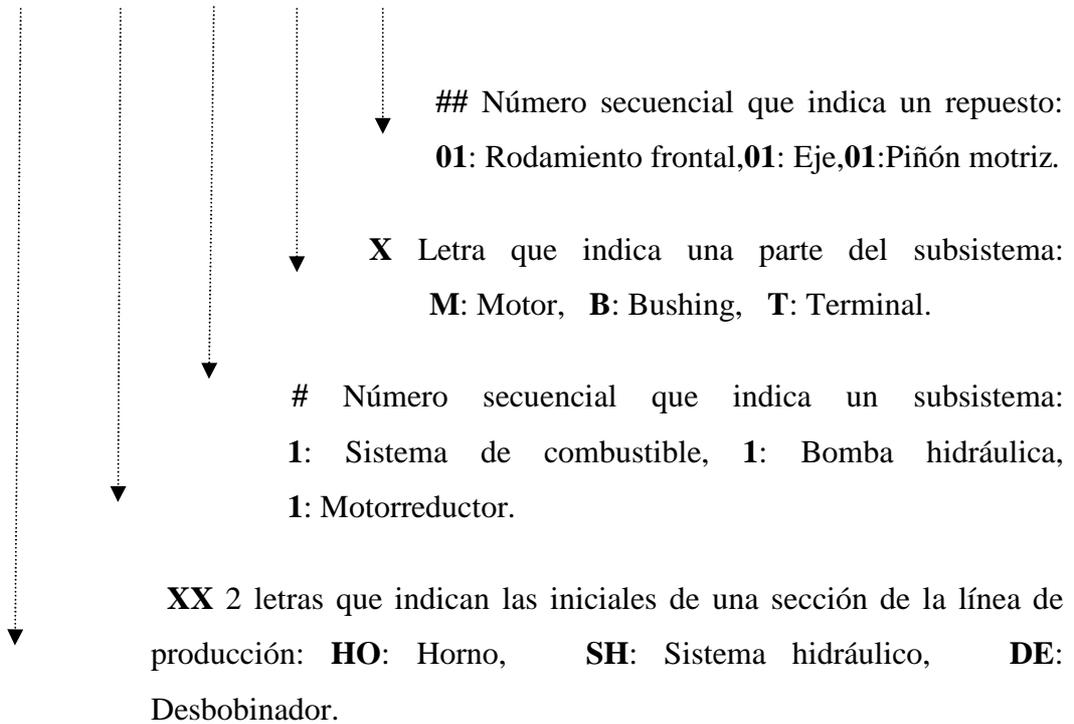
Esta codificación sirve para la realización del catálogo de equipos y partes de cada planta, tanto para el manejo de inventarios de suministros a través del programa de mantenimiento como para la identificación y planificación del mantenimiento.

Esta codificación se ubica en el Anexo A16.

15.3.3. CODIFICACION.

Para conseguir una codificación estructurada que permita una identificación padre-hijo se lo hará manteniendo el siguiente formato:

XX - XX # - X ##



X Línea de Producción ó sistema principal, designado con una letra y un número: **SE**: Subestación Eléctrica **T1**: Tren 1, **C1**: Cizalla 1, **P2**: Paneladora 2.

X Localidad **L**: Lasso, **Q**: Quito, **G**: Guayaquil.

Ejemplos:

PL-SE-B13.8-TB02 Terminal 2 del breaker de la bahía 13.8 de la Subestación Eléctrica de la planta Lasso.

PL-T1-H01-M01 Rodamiento frontal del motor del sistema de combustible del horno del tren 1 de la planta Lasso.

PQC1-HH1-R01 Eje del rotor de la bomba de sistema hidráulico de la cizalla 1 de la planta Quito.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

16. DATASTREAM



(27*) Datastream es un software que brinda soluciones tecnológicas para la gestión del ciclo de vida de los activos y su funcionamiento. Las herramientas y servicios innovadores de Datastream ofrecen a las empresas la capacidad de tomar decisiones que logran un mayor retorno de la inversión.

16.1. EL DATASTREAM.

Además, Datastream ayuda a las empresas a disminuir las compras redundantes y los gastos de capital, optimizar el uso de los activos, disminuir los write off y cumplir con las normas de auditoría vigentes en la Empresa.

- Variables fácilmente seleccionadas para reportes.
- Importación de datos de Microsoft Excel para distribución y manipulación.
- Generación de gráficos para revisión y análisis de alto nivel.

16.1.1. Consideraciones para la selección del programa DATASTREAM en la empresa Novacero s.a.

(27*) El software involucra la informatización de los procesos funcionales y flujos de información de las áreas de Mantenimiento e Inventario de todas sus plantas.

El impacto sobre las diferentes plantas de la compañía, es:

Mantenimiento: se verán afectados todos los procesos internos.

Inventario: se verán afectados todos los procesos internos.

El software nos permite que exista una Multi-Organización, realizando la gestión con una sola base de datos y usando medidas de seguridad. Solución de Negocios aumenta la gestión de los activos corporativos al transformar datos en información real y decisiva. Al usar una solución como Datastream 7i que ofrece funciones analíticas, la empresa puede tomar decisiones sobre las operaciones basándose en los datos recolectados y luego tomar las acciones adecuadas.

Reducir los costos administrativos.

Aumentar el tiempo de producción.

Optimizar el uso de los activos.

16.2. Estructura de Módulos

El software cuenta con la siguiente estructura de módulos y funcionalidades:

16.2. **Módulo Mantenimiento:** la licencia de este módulo abarca las siguientes

funciones

- General
- Equipos
- Historial
- Trabajos
- Costos
- Informe de Fallas
- Lubricación
- Planoteca
- Consultas
- Herramientas
- Control de Gestión
- Presupuesto
- Programación
- Pedidos
- Administración

16.2.1. Módulo de Inventarios: la licencia de este módulo abarca las siguientes funciones:

- Stock Físico
- Material en poder de Terceros
- Reposición de stock
- Inventarios Rotativos
- Stock Contable
- Requerimientos

16.2.2. Módulo de Compras: la licencia de este módulo abarca las siguientes funciones:

- Licitaciones.
- Ordenes de Compra.
- Activación.
- Recepción
- Evaluación de Proveedores
- Material Consignado

Existen además Módulos individuales y Módulos Avanzados:

16.2.3. Módulos Avanzados

- Mano de Obra
- Parte de Cuadrilla / Taller
- Transferencias
- Consumos
- Calibración de Instrumentos
- Importaciones
- Caja Chica Compras
- Verificación Factura
- Seguimiento de Proyectos

- Catalogación de Materiales
- Consultas al Catálogo.

16.3.Análisis

Toda empresa debe evaluar la gestión de cada uno de sus departamentos para luego conocer cuales son las fortalezas y debilidades desde muchos puntos de vista. El programa de mantenimiento en la subestación permite realizar este análisis tomando en cuenta:

Análisis de costo de mantenimiento contra el valor del activo a mantener y su valor de reposición, es decir, se estudia el costo de adquirir nuevos equipos con el costo que implica el mantenimiento de una máquina que ya está en ejecución.

(24*) El costo que representa, frente a un corte de energía inesperado desde el costo de para de producción y tiempo muerto que significa el estar mal organizado.

Costos de acuerdo al tipo de mantenimiento (correctivo, preventivo, etc.), tomando como base:

- Horas Hombre.
- Horas hombre empleadas por centro de costos.
- Horas hombre empleadas por tipo de mantenimiento.
- Horas hombre contratadas.
- Costos de mantenimiento a nivel de Empresa de mantenimiento por línea de producción.
- Costos de mantenimiento por persona.
- Costos de mantenimiento por contratista.

Además el software permite generar órdenes de trabajo de distinta índole como:

- Órdenes de trabajo por centro de costos.
- Órdenes de trabajo para contratistas.
- Órdenes de trabajo programadas vs. correctivas.

16.4.Costo del software DATASTREAM

TABLA 14. COSTOS DE SOFTWARE DATASTREAM.

Módulos	Licencias nominales	Costo unitario	Costo total U\$S
Mantenimiento	2	\$ 4000	\$ 8.000
Inventario	2	\$ 400	\$ 800
Total licencias	4		\$ 8.800
Soporte	20% de costo de Lics.		\$ 1.760
Lics + soporte			\$ 10.560
Servicios (Implementación y capacitación, 30 días)		\$ 400 diarios	\$ 12.000

16.5.Estrategias.

- Soporte de Oracle y SQL Server.
- Arquitectura Full Web Enabled – J2EE compliant.
- Zero footprint.
- Servidor de Aplicación Open Source.
- Optimizar la facilidad de uso.
- Extensión de funcionalidades para dispositivos móviles.

16.6.Implementación:

Para la implementación es necesario seguir una metodología que lo llevan la empresa que lo suministra, pero para este efecto es necesario llevar respaldo para la base de datos, lo cuales son:

- Hoja de vida de los Equipos. (Ver ejemplos en Anexo A17).
- Codificación de Equipos. (Ver en el Anexo A16).
- Estructura de Subestación. (Ver en el Anexo A18).

- Plan de Mantenimiento (Ver en el Anexo A19).
- Data book para relaciones.
- Lista de Operadores y personal de mantenimiento.
- Referencias de Proveedores.
- Presencia de la persona a cargo para toma de decisiones.

16.7. Características Principales del Programa de Mantenimiento

Seguridad Multi-organización.

Multi-idioma.

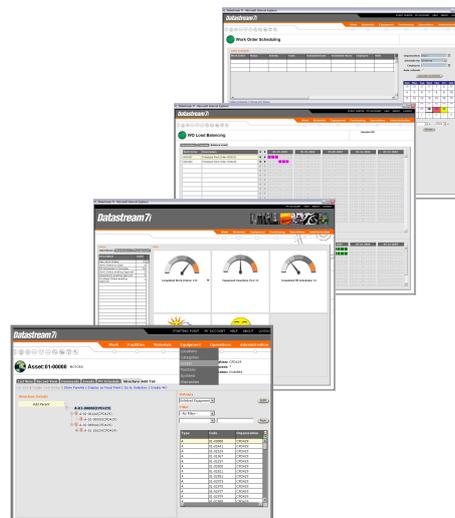
Interface amigable y configurable.

Facilidades de filtro y búsqueda.

Alertas automáticas por e-mail.

Registro de Auditoría.

Firma y registro electrónico.



16.8. Datastream 7i Analítico

Datastream 7i Analítico es un módulo de gestión de datos estratégico diseñado para ofrecer prestaciones claves analíticas usando los datos recolectados por Datastream7i.

Nos permite obtener:

VARIABLES fácilmente seleccionadas para reportes como por ejemplo el tiempo en ejecutar un trabajo de mantenimiento, el mismo que depende del número de trabajadores encomendados a esa tarea.

Importación de datos de Microsoft Excel para distribución y manipulación., permitiéndonos realizar índices, presupuestos, etc.

Generación de gráficos para revisión y análisis de alto nivel, ayuda a tomar acciones correctivas o decisiones necesarias para mejorar el desempeño de las actividades.