

CFE

COMISIÓN FEDERAL
DE ELECTRICIDAD



SUBDIRECCION DE GENERACION
Sistema Integral de Gestión

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

C.H. BOMBANÁ



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

INDICE

CONTENIDO

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETIVO GENERAL
3. ANTECEDENTES C.H BOMBANA
4. DIAGRAMA UNIFILAR DE LA C.H. BOMABANA
5. MARCO TEÓRICO

CAPITULO II

6. EVALUACIÓN DEL EQUIPO PRIMARIO U-1
- 7. TRANSFORMADOR U-1**
8. MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO
9. MEDICIÓN DE PERDIDAS DIELECTRICAS EN LOS DEVANADOS (F.P)
10. MEDICIÓN DE RELACIÓN DE TRASFORMACIÓN
11. VERIFICACIÓN DEL AISLAMIENTO DEL NÚCLEO
12. VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL ACEITE DEL TRANSFORMADOR MEDIANTE RIGIDEZ DIELECTRICAS Y PERDIDA DIELECTRICAS (F.P)
13. REFERENCIAS
- 14. ACCESORIOS**
15. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE BOQUILLAS LADO DE ALTA H1, H2,H3 Y H0 Y LADO DE BAJA X1,X2,X3
16. MEDICIÓN DE PERDIDAS DIELECTRICAS A LAS BOQUILLAS (F.P) LADO DE ALTA H1, H2,H3 Y H0 Y LADO DE BAJA X1,X2,X3
- 17. GENERADOR U-1**
18. PRUEBAS AL GENERADOR
19. PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO AL ESTATOR
20. TIPOS DE MANTENIMIENTO
21. PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO AL ROTOR
22. RESULTADOS DE PRUEBAS DEL GENRADOR BARNIZADO
23. PRUEBA TCs, TP_s NEUTROS Y FASES DEL GENERADOR
24. PRUEBA DE CAIDA DE TENSION POLO A ROTOR

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

- 25. SUPERVISION DEL ESTADO DE LAS BOBINAS Y CUÑAS DEL GENERADOR
- 26. SUPERVISION ENTRE HIERRO DE LOS POLOS DEL GENERADOR
- 27. PRUEBA A CABLES DE POTENCIA**
- 28. PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CABLES DE POTENCIA

CAPITULO III

- 29.- EVALUACION DEL SISTEMA DE ILUMINACION DE LA C.H BOMBANA**
- 30.- INTRODUCCION
- 31.- OBJETIVO
- 32.- CRITERIOS DE INSPECCION PARA LA EVALUACION
- 33.- METODOLOGIA
- 34.- NIVELES MINIMOS PERMISIBLES DE ILUMINACION RESPECTO A LA **NOM-025-STPS- 2008.**
- 35.- NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DEL FACTOR DE REFLEXION RESPECTO A LA **NOM-025-STPS- 2008.**
- 36.- EQUIPO Y MATERIAL UTILIZADO
- 37.- RESULTADOS DE LA EVALUACION
- 38.- OFICINAS, CASA DE MAQUINAS, BODEGA MECANICO Y TALLER ELECTRICO
- 39.- RESULTADOS DEL CUMPLIMIENTO CON RESPECTO A LA NORMA DE REFERENCIA **NOM-025-STPS- 2008.**
- 40.- PLANO DE LOCALIZACION DE PUNTOS DE MEDICION OFICINAS Y CASA DE MAQUINAS.
- 41.- PLANO DE LOCALIZACION DE PUNTOS DE MEDICION BODEGA MECANICO Y TALLER ELECTRICO.

CAPITULO IV

- 42.- EVALUACION DE LA RED DE TIERRA DE LA C.H. BOMBANA**
- 43.- INTRODUCCION
- 44.- ALCANCE
- 45.- JUSTIFICACION
- 46.- METODOS DE PRUEBA
- 47.- DIAGRAMA PARA EL PRINCIPIO DE OPERACIÓN
- 48.- DESARROLLO (MALLAS DE TIERRA)

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

- 49.- PROPOSITO DE LA MALLA DE TIERRA
- 50.- CONEXIÓN A TIERRA DE LOS EQUIPOS ELECTRICOS.
- 51.- CONDUCTOR A TIERRA
- 52.- TENSION DE PASO
- 53.- TENSION DE CONTACTO
- 54.- VALORES MAXIMOS ADMISIBLES EN TENSION DE PASO Y DE CONTACTO NOM-STPS-022-1999.**
- 55.- RESULTADOS DE EVALUACION DE RED DE TIERRA DE LA C.H. BOMBANA.**

CAPITULO V

- 56.- ANEXOS (FOTORAFIAS, ORDENES DE TRABAJO, FORMATOS DE PRUEBAS)

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

1.- INTRODUCCION

Es muy importante tener en cuenta la seguridad del personal, sobre todo en áreas de trabajo muy riesgoso, es por ello que se deben de tomar en cuenta las medidas necesarias para su buen desarrollo. A continuación se hace mención de tres puntos muy relevantes para la seguridad del personal, las instalaciones y el equipo de la C.H. Bomboná.

Evaluación del equipo primario

Después de 60 años de operación es necesario verificar el estado en que se encuentran operando los equipos primarios de la C.H. Bomboná para procurar la seguridad de las instalaciones y del personal que la opera, a si mismo efectuar los mantenimientos o los cambios necesarios en el equipo.

Este trabajo va orientado a detectar el estado de los equipos en base a evaluaciones e inspecciones físicas atendiendo recomendaciones establecidas en las normas técnicas de CFE y normas nacionales NOM a si como las normas de seguridad e higiene correspondientes.

Por su antigüedad es de gran importancia evaluar el estado de la red de tierras verificando que se tengan los valores de voltaje de paso y de contacto normativos siendo de gran importancia verificar que los equipos se encuentren aterrizados y conectados de manera correcta, esto debido a la protección de los equipos y del personal que se encuentra operando en dicho mantenimiento o inspección del equipo, también es importante proteger los equipos debido a cualquier sobrecarga ó disparo que puedan sufrir.

Otros de los puntos a evaluar en la **C.H. Bombaná** es el sistema de iluminación, este punto es de gran importancia al igual a los ya mencionados anteriormente, el sistema de iluminación debe de cumplir con la norma "**NOM-025-STPS-2008**", para el buen desarrollo de los trabajadores y personal administrativo de dicha central, esta evaluación se realizara tomando en cuenta el porcentaje de reflexión y los luxes que debe de tener cada área de trabajo.

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

2.- OBJETIVO GENERAL

Evaluación del equipo primario, Redes de tierra y Sistema de iluminación de la C.H. Bomboná; para garantizar la seguridad del personal operativo, y realizar las pruebas correspondientes para su mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos e instalación.

3.- ANTECEDENTES DE LA C.H. BOMBANA.

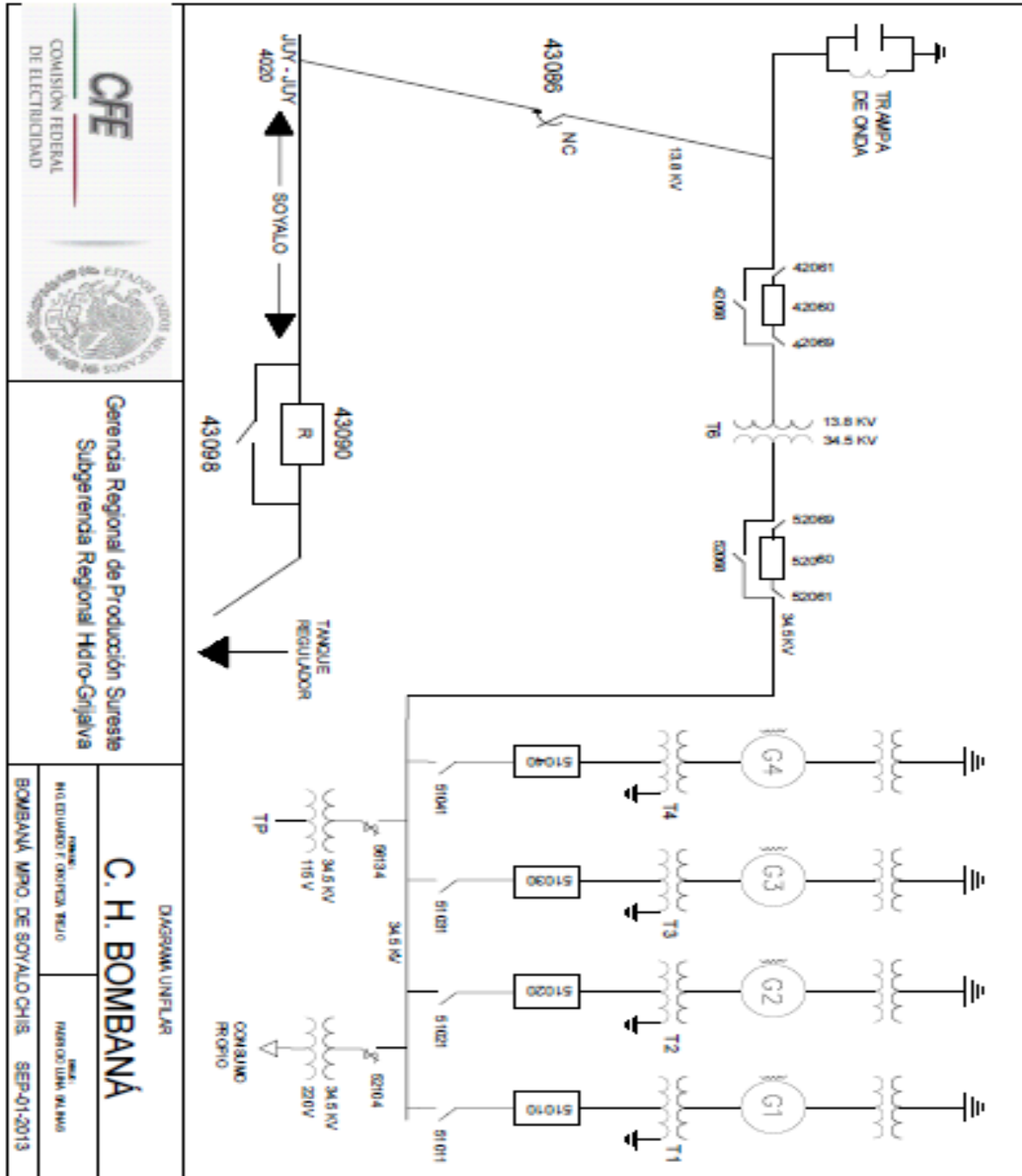
La Central Hidroeléctrica Bombaná se encuentra localizada en el municipio de Soyaló, Chiapas. Para llegar a esta instalación se recorre un total de 47 km. Desde la capital chiapaneca Tuxtla Gutiérrez, pasando por la Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres y continuando por una carretera pavimentada.

Su construcción termino en el año de 1951, al ponerse en operación las unidades 3 y 4. En el año 1961 entraron en funcionamiento las unidades 1 y 2. La entrada en operación comercial de cada unidad fue: U-1 y 2 el 20 de marzo 1961. U-3 el 27de Marzo 1951 y U-4 el 28 de Mayo/1951.

La unidad 1 y 2 son de marca DRESS con turbinas tipo PELTON, su generador de marca ACEC, con potencia nominal de 1320 KW. La unidad 3 y 4 son de marca S.M. SMITH con turbinas tipo PELTON, su generador de marca WESTINGHOUSE, Con potencia nominal de 1300 KW. Para una capacidad instalada en la central de 5.24 MW.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

4.- DIAGRAMA UNIFILAR DE LA C.H BOMBANA



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

DATOS TECNICOS TURBINA

UNIDAD	MARCA	RPM	Q LPS	TIPO	H.P DISEÑO	H.P REAL	CONSUM. ESP. M3/KWH	CARGA ESTAT.	FECHA INICIO
UNO	DRESS	600	625	PELTON	1877	1877	1.705	274	MZO 61
DOS	DRESS	600	625	PELTON	1877	1877	1.705	274	MZO 61
TRES	S.M. SMITH	600	625	PELTON	1820	1820	1.662	274	MZO 51
CUATRO	SM. SMITH	600	625	PELTON	1820	1820	1.662	274	MZO 51

DATOS TECNICOS DEL GENERADOR

UNIDAD	MARCA	CPS	F.P	VOLT. GEN	KVA DISEÑO	KVA REAL	KW REAL	FECHA INICIO
UNO	ACEC	60	0.80	2400	1650	1650	1320	MZO 61
DOS	ACEC	60	0.80	2400	1650	1650	1320	MZO 61
TRES	WHOUSE	60	0.80	2400	1625	1625	1300	MZO 51
CUATRO	WHOUSE	60	0.80	2400	1625	1625	1300	MZO 51

DATOS GENERALES

CONCEPTO	CAPACIDAD M3	CONSTRUCCION	LONGITUD	DIAM. PROM. PULGADAS
TANQUE REGUL.	10,000	MAMPOSTERIA		
CANAL DE CONDUC.	8,800	MAMPOSTERIA		
PRESA DERIVADORA		MAMPOSTERIA		
TUBERIA DE PRESION		ACERO	450.00	24
TUB. ALIMN. UNIDAD.		ACERO	11.00	14
SIFON		ACERO	416.50	30

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

5.- MARCO TEÓRICO

Para la evaluación del equipo primario, redes de tierra y sistema de iluminación, anteriormente se realizaron algunas pruebas de ello, obteniendo resultados satisfactorios para la central y el personal que labora en dicha empresa.

La central hidroeléctrica Bombana está constituida de la siguiente manera, canal de conducción del agua, tanque regulador, tubería de presión, casa de maquinas y la subestación. Una de las problemáticas que existen en los equipos primarios, como es los transformadores recibe mantenimiento preventivo, pero es un mantenimiento que abarca un 50 % del que debería realizarse.

Para este proyecto se realizaran las evaluaciones correspondientes del equipo primario, llevando a cabo un 90% de su totalidad para evaluar en qué estado se encuentran operando y si son aptos o no para seguir trabajando. A sí mismo para la evaluación del sistema de tierra y sistema de iluminación, se verificara si cumplen en base a la norma y en caso de que no, determinar los puntos que no cumplan y hacer la modificación correspondiente.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

6.- EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO

Es necesario realizar las evaluaciones correspondientes de dichos equipos que se encuentran en funcionamiento, dentro y fuera de una central, para tener un estatus de pruebas en el que se encuentran operando, dichas pruebas se deben hacer en los mantenimientos rutinarios y generalmente en los mantenimientos mayores, el objetivo principal de las pruebas que se realizan a los equipos primarios es detectar si el equipo se encuentra en condiciones optimas para seguir operando o necesitan ser sustituido de acuerdo a los resultados obtenidos.

La seguridad del personal que laboran en dicha central, pueden depender de los accidentes que se generen, es por ello que se debe de llevar un control adecuado de los resultados que se obtienen, en las pruebas que se le realizan a los equipos primarios, por mencionar algunos de ellos el transformador, generador, cables de potencia y tableros de control.



- En la imagen se ilustra la inspección a algunos de los equipos primarios que se deben de evaluar, ya sea en mantenimientos rutinarios o mantenimiento mayo de dicha unidad.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

7.- TRANSFORMADOR U-1

La evaluación del transformador de la unidad 1 de la C.H. Bombana es uno de los equipos primarios que se evaluó, para obtener sus resultados de operación en el que se encuentra, es de gran importancia realizar las pruebas correspondientes al equipo y con los resultados obtenidos verificar si es necesario de ser reemplazado o si continua operando.

Para realizar dicha actividad es necesario que el operador de turno tramite la licencia con sub área y una vez autorizada la licencia, se prosigue a resguardar el área de trabajo, dejar fuera la unidad y desconectar cuchillas.

Características del transformador U-1 C.H. Bombana:

- ✚ Transformador trifásico tipo SL
- ✚ 1500 KVA
- ✚ 3300 A
- ✚ 1400 VOLTS
- ✚ 60 CICLOS
- ✚ LTS. ACEITE 2835 L
- ✚ IMP. 5.6%
- ✚ PESO APROXIMADO 2784
- ✚ TANQUE 2453
- ✚ NIVEL DE IMPULSO DE ONDA COMPLETA: ALTA TENSION 200KV
- ✚ NIVEL DE IMPULSO DE ONDA COMPLETA: BAJA TENSION 60 KV

Generalmente en los mantenimientos rutinarios que se le da al transformador se realizan las siguientes actividades:

- Pintura del transformador
- Limpieza a la terminal a tierra
- Limpieza a las boquillas de alta tensión
- Limpieza a las boquillas de baja tensión
- Limpieza de cables de conexión
- Ajuste de tuercas

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

Para realizar las actividades del mantenimiento rutinario o mayor es necesario que el personal que va a operar cuente con el equipo y las herramientas adecuadas para realizar las maniobras.

- En la figura se ilustra algunas de las maniobras o partes del equipo que será sometido al mantenimiento rutinario:



Para el mantenimiento mayor el proceso es similar al del mantenimiento rutinario en cuanto a los permisos, solo que para realizar esta maniobra, se programa el mantenimiento de aproximadamente 30 días, en el cual se hace solicita un permiso de planta parada con sub área y se le informa que la unidad 1 entrara a mantenimiento mayor.

Este mantenimiento es más profundo que el rutinario, en este mantenimiento es necesario obtener los datos en el que se encuentra funcionando dicha unidad y se realizan las siguientes pruebas y evaluaciones:

- TRANSFORMADOR U-1
- MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO
- MEDICIÓN DE PERDIDAS DIELECTRICAS EN LOS DEVANADOS (F.P)
- MEDICIÓN DE RELACIÓN DE TRASFORMACIÓN

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

- VERIFICACIÓN DEL AISLAMIENTO DEL NÚCLEO
- VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL ACEITE DEL TRANSFORMADOR MEDIANTE RIGIDEZ DIELECTRICA Y PERDIDA DIELECTRICAS (F.P)
- ACCESORIOS RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE BOQUILLAS LADO DE ALTA H1, H2,H3 Y H0 Y LADO DE BAJA X1,X2,X3
- MEDICIÓN DE PERDIDAS DIELECTRICAS A LAS BOQUILLAS (F.P) LADO DE ALTA H1, H2,H3 Y H0 Y LADO DE BAJA X1,X2,X3
- GENERADOR U-1
- PRUEBAS AL GENERADOR
- PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO AL ROTOR
- PRUEBA DE CAIDA DE TENSION
- PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A LOS ANILLOS ROSANTES
- RESULTADOS DE PRUEBAS DEL GENRADOR BARNIZADO
- PRUEBA T°C NEUTROS Y FASES DEL GENERADOR
- SUPERVISION DEL ESTADO DE LAS BOBINAS Y CUÑAS DEL GENERADOR
- SUPERVISION ENTRE HIERRO DE LOS POLOS DEL GENERADOR



A continuación se presentara las pruebas aplicadas al transformador en el mantenimiento mayor de la unidad 1 de la C.H. Bomboná:

- Transformador y sus componentes, para realizar dicha prueba es necesario utilizar el equipo de seguridad adecuado para las maniobras.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

8.- MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO TRANSFORMADOR U-1

Resistencia de aislamiento se define como la resistencia en (Ω) que ofrece un aislamiento al aplicarle un voltaje de corriente directa durante un tiempo determinado, medido a partir de la aplicación del mismo.

Corriente de aislamiento

A la corriente resultante de la aplicación del voltaje de corriente directa a un aislamiento, se le denomina corriente de aislamiento y consiste de dos componentes principales.

La corriente que fluye dentro del volumen de aislamiento y está compuesta de:

- ✓ Corriente capacitiva: es una corriente de magnitud comparativamente alta y de corta duración, decrece rápidamente a un valor despreciable (generalmente a un tiempo máximo de 15 segundos) conforme se carga el aislamiento y es el responsable del bajo valor inicial de la resistencia de aislamiento. Su defecto es notorio en aquellos equipos que tienen capacitancia alta, como en grandes longitudes de cables de potencia.
- ✓ Corriente de absorción dieléctrica: esta corriente decrece gradualmente con el tiempo, desde un valor relativamente alto a un valor cercano a cero siguiendo una función exponencial. Generalmente, los valores de resistencia en los primeros minutos de una prueba, quedan en gran parte determinados por la corriente de absorción. Dependiendo del tipo y volumen de aislamiento, esta corriente tarda desde unos cuantos minutos a varias horas en alcanzar un valor apreciable, sin embargo, para defectos de pruebas de “Megger” puede despreciarse el cambio que ocurra después de 10 minutos.

Absorción dieléctrica

La resistencia de aislamiento varía directamente con el espesor del aislamiento e inversamente al área del mismo cuando repentinamente se aplica un voltaje de corriente directa a un aislamiento. La resistencia se inicia con un valor bajo y gradualmente va aumentando con el tiempo hasta estabilizarse.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

A la curva obtenida cuando se grafican los valores de la resistencia de aislamiento contra el tiempo, se le denomina curva de absorción dieléctrica y su pendiente indica el grado relativo de secado o suciedad del aislamiento. Si el aislamiento

Esta húmedo o sucio se alcanzara un valor estable en uno o dos minutos después de haber iniciado la prueba y se obtendrá una curva con baja pendiente.

Índices de absorción y polarización

La pendiente de la curva de absorción dieléctrica puede expresarse mediante la relación de dos lecturas de resistencia de aislamiento tomadas a diferentes intervalos de tiempo durante la misma prueba. A la relación de 60 segundos a 30 segundos se le conoce como índice de absorción y a la relación de 10 minutos a 1 minuto se le conoce como índice de polarización.

El índice de polarización es muy útil para la evaluación del estado del aislamiento de devanados de generadores y transformadores, y es indispensable que se obtenga justamente antes de efectuar una prueba de alta tensión en máquinas rotatorias.

Esta prueba nos ayuda a saber el estado de aislamiento con el que cuenta el transformador de la unidad 1 y verificar si los resultados se encuentran en el rango, para que dicho equipo siga operando.

Para esta prueba es necesario tomar en cuenta algunos factores que podrían afectar, Si las mediciones de resistencia y absorción dieléctrica no se llevan a cabo con un alto grado de habilidad, se presentaran fluctuaciones importantes provocadas por factores que se discuten en los párrafos siguientes. Cada uno de estos factores puede ser la causa de grandes errores, en la medición de la resistencia de aislamiento, los cuales no deben considerarse como problemas del aparato de medición.

Efecto de la condición de la superficie de aislamiento

Los elementos contaminantes tales como el carbón, polvo o aceite depositados en las superficies aislantes pueden bajar la resistencia de aislamiento. Ese factor es

Particularmente importante cuando se tienen superficies aislantes relativamente grandes expuestas al ambiente.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

El polvo depositado sobre las superficies aislantes, ordinariamente no es conductor cuando está seco, pero cuando se expone a la humedad se vuelve parcialmente conductor y baja la resistencia de aislamiento. Por lo tanto se deberá eliminar toda materia extraña que se encuentre depositada sobre el aislamiento antes de efectuar la prueba.

En la imagen podemos observar al personal de la C.H. BOMBANA realizando pruebas de R.A (Resistencia de Aislamiento).



Para esta prueba se utiliza el equipo de medición de R.A, con un rango de aislamiento de menor a mayor, comentando por $K\Omega$, $M\Omega$, $G\Omega$, $T\Omega$.

Los resultados de la resistencia del aislamiento del transformador en caso de ser menor, se debe al tiempo que lleva operando dicho equipo, es por ello que es necesario realizarle esta prueba.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

Efecto de la temperatura

La resistencia de aislamiento varía inversamente con la temperatura para mayor parte de los materiales aislantes. Para comparar apropiadamente las mediciones periódicas de resistencia de aislamiento, es necesario efectuar las mediciones a la misma temperatura, o convertir cada medición a una misma base. Esta conversión se efectúa con la siguiente ecuación.

$$R_C = K_t \times R_t$$

Dónde:

R_C = resistencia de aislamiento corregida a la temperatura base, (M Ω).

R_t = resistencia de aislamiento a la temperatura que efectuó la prueba (M Ω).

K_t = coeficiente de corrección por temperatura.

La base de temperatura recomendada por la comités de normas son de 40° C para las maquinas rotatorias, 20° C para los transformadores y 15.6° C para los cables.

Para los demás equipos, como interruptores, apartarrayos, boquillas para muros, etc., no existe temperatura base ya que la variación de la resistencia de aislamiento con respecto a la temperatura no es notable.

Debido a las características de temperatura de los materiales varían con el tipo de combinación de los materiales, cada equipo tiene sus propios factores de corrección por temperatura. Esto se puede obtener efectuando dos pruebas de absorción a dos temperaturas diferentes.

La primera prueba se puede efectuar poco después de poner el equipo fuera de servicio y la segunda después que el equipo se ha enfriado a una temperatura considerable menor. Utilizando una gráfica con escala logarítmica para la resistencia de aislamiento y escala lineal a los 10 minutos en las pruebas mencionadas y se unen mediante una línea recta.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

La intersección de esta línea con la temperatura base es el valor R_C de la ecuación, con este valor y el otro valor de la resistencia a cualquier otra temperatura se puede obtener el factor de corrección k_t y tomando en cuenta que el valor de k_t es 1 para la temperatura base, se definen dos puntos en la gráfica, los que al unirlos por una línea recta nos proporcionarían la curva de corrección por temperatura para el equipo en cuestión.

Una vez que se establece esta curva de corrección para un equipo dado se podrá usar durante toda su vida a menos que se efectúen reparaciones mayores en el mismo que impliquen cambios en el sistema de aislamiento. En el caso de que no se cuente con la curva de corrección particular para el equipo bajo prueba, se pueden utilizar los factores de corrección aproximados.

Al realizar la prueba de resistencia de aislamiento es muy importante la medición de la temperatura, en caso de máquinas rotatorias con detectores de temperatura por resistencia, deberá utilizarse el promedio de las lecturas de todos ellos.

Cuando no existen detectores se deberá tomar el promedio de lectura de varios termómetros localizados estratégicamente.

El tiempo que transcurre mientras se baja carga, desconexión del equipo asociado y preparación para la prueba, ayudaría a disminuir el gradiente de temperatura entre el aislamiento y el dispositivo de medición de la temperatura, pero el tiempo transcurrido no deberá ser mayor de una hora para los generadores. Para los transformadores se recomienda un retraso de una hora después de ponerlos fuera de servicio para reducir el gradiente de temperatura. En todos los casos deberá ponerse fuera de servicio cualquier tipo de ventilación forzada al mismo tiempo que se elimina la carga.

Métodos de medición de la resistencia de aislamiento

Existen tres métodos prácticos para medir la resistencia de aislamiento mediante un “megger”.

1. El método de tiempo corto o lectura mínima.
2. El método de tiempo – resistencia o absorción dieléctrica.
3. El método de voltajes múltiples.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

Método de tiempo cortó

El método de tiempo corto consiste en conectar el “megger” a través del aislamiento que se va a probar, operarlo durante un tiempo corto y leer la lectura final.

Este método es bueno para una prueba de rutina rápida. Anteriormente existía confusión respecto a cuándo detener la prueba, puesto que generalmente el valor de la resistencia aumenta con el tiempo, sin embargo, esta únicamente tiene importancia para aquellos que estén interesados en el valor exacto en el momento de efectuar la prueba.

Para fines de normalización se recomienda aplicar voltaje de prueba durante 60 segundos, con el objeto de poder efectuar comparaciones bajo la misma base con los datos de prueba existentes y futuros.

Método de tiempo - resistencia o absorción dieléctrica

Este método consiste en aplicar el voltaje de prueba durante un periodo de 10 minutos tomando lecturas o intervalos de un minuto. En el caso de “megger” accionados manualmente se aplica el voltaje durante 1 minuto y se toman lecturas a los 30 y 60 segundos.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

TABLA DE RESULTADOS T-1

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

EQUIPO	TRANSF. DE POTENCIA	UNIDAD	1
LOCALIZACION	SUBESTACION	MARCA	
VOLTAJE	33000	KVA	1500
TIEMPO DE OPERACIÓN	60 AÑOS	FRECUENCIA	60 HZ
		FECHA	

TEMP. (°C)	25°C		25°C		25°C			
PARTE PROBADA	T. POTENCIA		T. POTENCIA		T. POTENCIA			
VOLTAJE DE PRUEBA	500 VCD		500 VCD		500 VCD			
CONEXIÓN DE PRUEBA	H-L X-T+TQ		H-L X-T		X-L H-T+TQ			
TIEMPO	LECT.	(K,M,G)Ω	LECT.	(K,M,G)Ω	LECT.	(K,M,G)Ω	LECT.	(K,M,G)Ω
15 SEG	58.5	MΩ	68.2	MΩ	44.2	MΩ		
30 SEG	58.1	MΩ	68.4	MΩ	44.5	MΩ		
45 SEG	57.7	MΩ	68.3	MΩ	44.6	MΩ		
1 MIN	57.2	MΩ	68.1	MΩ	44.7	MΩ		
2 MIN	56.2	MΩ	67.6	MΩ	44.7	MΩ		
3 MIN	55.5	MΩ	67.2	MΩ	44.6	MΩ		
4 MIN	55.1	MΩ	67.0	MΩ	44.6	MΩ		
5 MIN	54.7	MΩ	66.8	MΩ	44.6	MΩ		
6 MIN	54.5	MΩ	66.7	MΩ	44.6	MΩ		
7 MIN	54.2	MΩ	66.5	MΩ	44.6	MΩ		
8 MIN	54.0	MΩ	66.3	MΩ	44.6	MΩ		
9 MIN	53.9	MΩ	66.3	MΩ	44.6	MΩ		
10 MIN	53.7	MΩ	66.2	MΩ	44.6	MΩ		
REL 3/1								
REL 10/1	IP=	0.94	IP=	0.97	IP=	1.00		

RANGO: 250 A 5000V

TRANSFORMADOR UNIDAD 1

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

9.-MEDICIÓN DE PÉRDIDAS DIELECTRICAS EN LOS DEVANADOS (F.P)

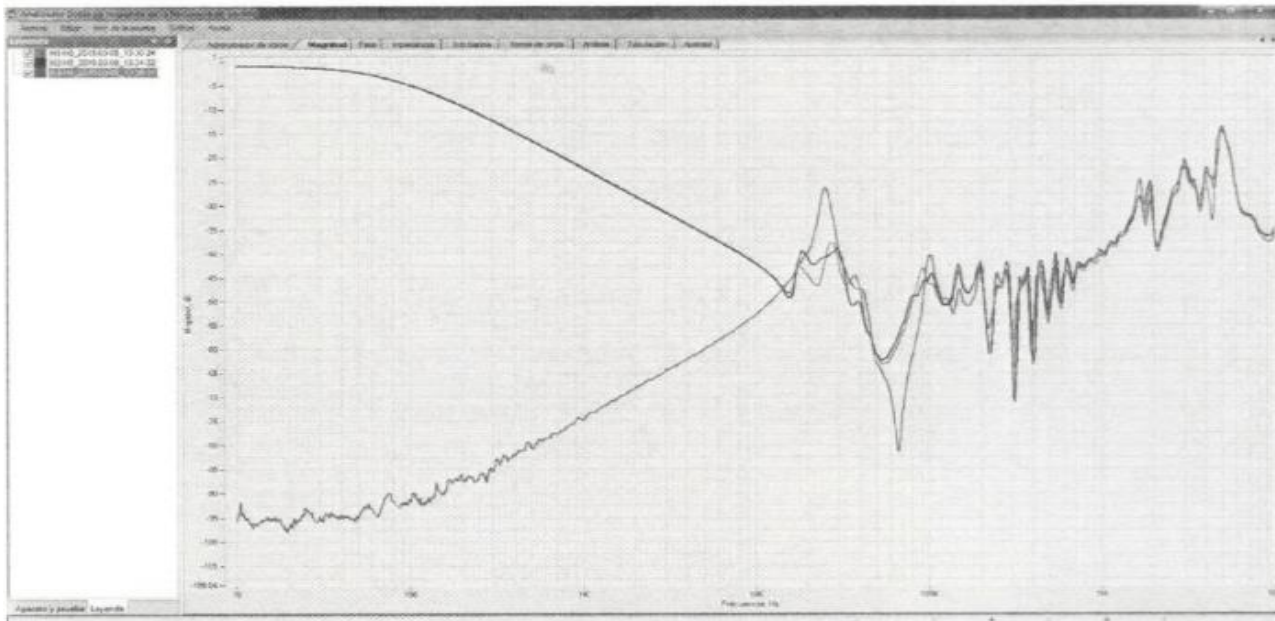
Al realizar la medición de la fase C en el devanado de alta tensión; H1 – H0, el equipo de medición no genera ningún resultado ya que no se completa el circuito de medición dentro del transformador, es decir, se tiene un circuito abierto dentro del transformador.

RESPUESTA AL BARRIDO DE LA FRECUENCIA

En las graficas obtenidas al aplicar esta prueba en los devanados de alta tensión, para la fase C (H3-H0) se registra una grafica en la cual no sigue la misma tendencia que las fases A y B (H1-H0, H2-H0), en el rango de 10 Hz a 100 kHz. Esta condición se interpreta como espiras abiertas en el devanado de la fase C en alta tensión.

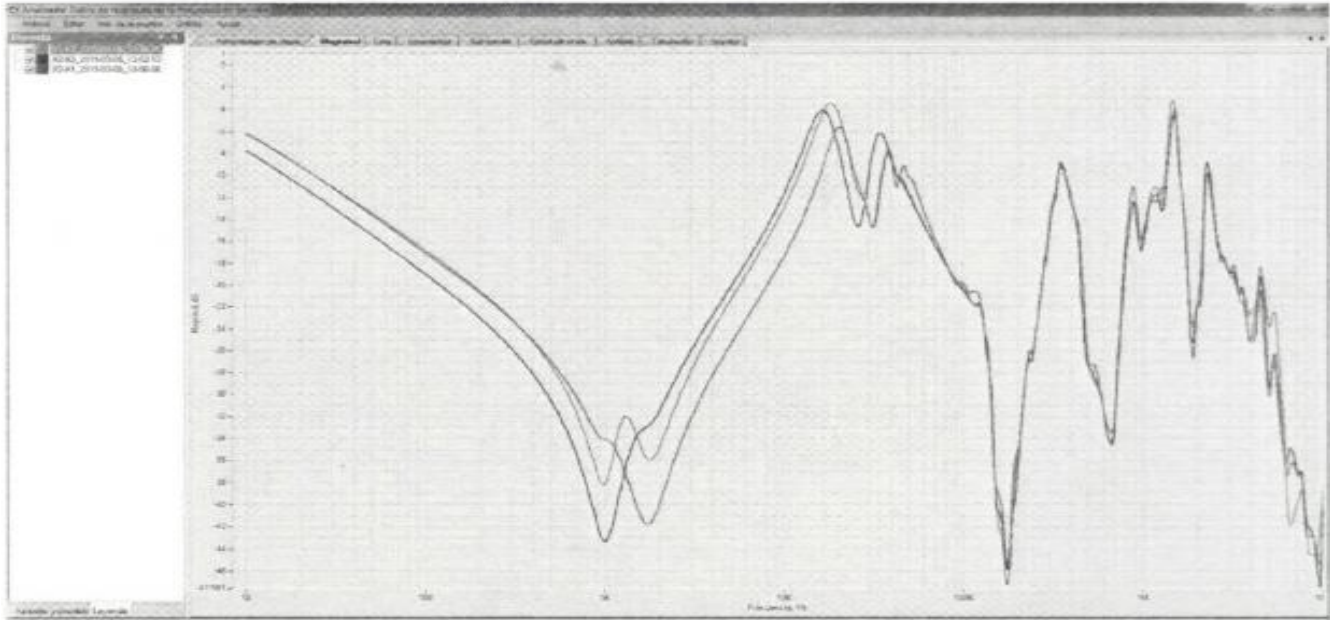
En los devanados de baja tensión la fase C, también muestra un desplazamiento respecto a las fases A y B en el rango de 1 kHz a 40 kHz. Esta condición se interpreta como desplazamiento y deformaciones del devanado de la fase C en baja tensión.

TAP No. 1
DEVANADOS DE ALTA TENSIÓN CON DEVANADOS DE BAJA EN CORTO CIRCUITO

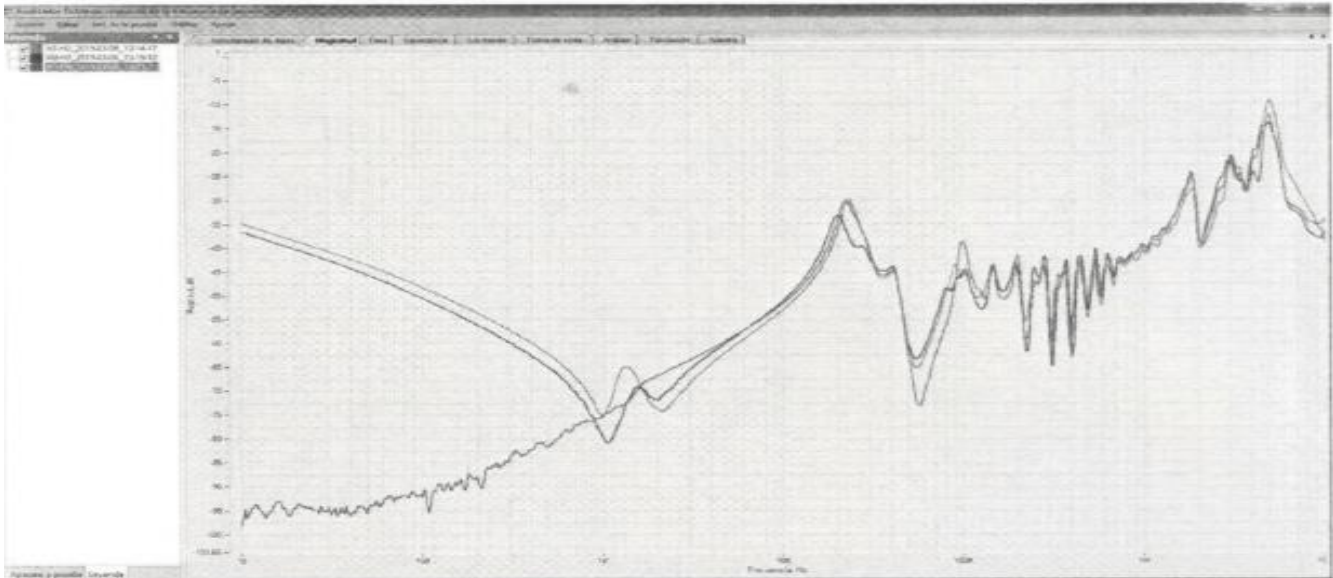


COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

**TAP No. 1
DEVANADOS DE BAJA TENSION**



**TAP No. 1
DEVANADOS DE ALTA TENSION**



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

10.-MEDICIÓN DE RELACIÓN DE TRASFORMACIÓN

OBJETIVO DE LA PRUEBA:

La relación de transformación indica el aumento o decremento que sufre el valor de la tensión de salida con respecto a la tensión de entrada, esto quiere decir, la relación entre la tensión de salida y la de entrada.

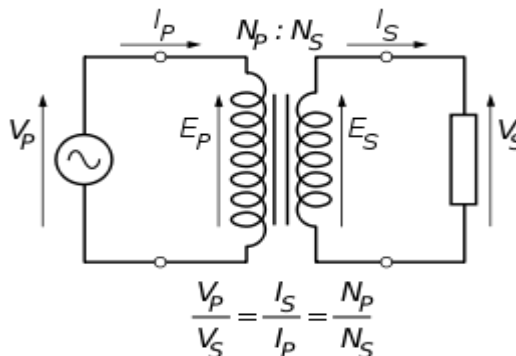
La relación entre la fuerza electromotriz inductora (E_p), la aplicada al devanado primario y la fuerza electromotriz inducida (E_s), la obtenida en el secundario, es directamente proporcional al número de espiras de los devanados primario (N_p) y secundario (N_s), según la ecuación:

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

La relación de transformación (m) de la tensión entre el bobinado primario y el bobinado secundario depende de los números de vueltas que tenga cada uno. Si el número de vueltas del secundario es el triple del primario, en el secundario habrá el triple de tensión.

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = m$$

Donde: (V_p) es la tensión en el devanado primario o tensión de entrada, (V_s) es la tensión en el devanado secundario o tensión de salida, (I_p) es la corriente en el devanado primario o corriente de entrada, e (I_s) es la corriente en el devanado secundario o corriente de salida.



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

Esta particularidad se utiliza en la red de transporte de energía eléctrica: al poder efectuar el transporte a altas tensiones y pequeñas intensidades, se disminuyen las pérdidas por el efecto Joule y se minimiza el costo de los conductores.

Así, si el número de espiras (vueltas) del secundario es 100 veces mayor que el del primario, al aplicar una tensión alterna de 230voltios en el primario, se obtienen 23.000 voltios en el secundario (una relación 100 veces superior, como lo es la relación de espiras). A la relación entre el número de vueltas o espiras del primario y las del secundario se le llama relación de vueltas del transformador o relación de transformación.

Ahora bien, como la potencia eléctrica aplicada en el primario, en caso de un transformador ideal, debe ser igual a la obtenida en el secundario:

$$P_1 = P_2$$
$$V_1 I_1 = V_2 I_2$$

El producto de la diferencia de potencial por la intensidad (potencia) debe ser constante, con lo que en el caso del ejemplo, si la intensidad circulante por el primario es de 10amperios, la del secundario será de solo 0,1 amperios (una centésima parte).



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

RESULTADOS DE PRUEBA T-1:

$$\% \text{ DIF} = \frac{\text{RELACION TEORICA} - \text{REALACION MEDIDA}}{\text{RELACION TEORICA}} \times 100$$

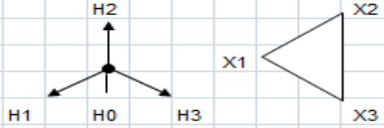
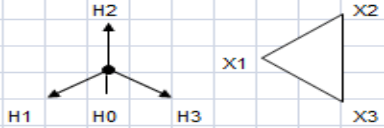
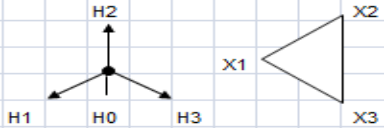
Ubicación: subestación N° de Fases: 3 Fases

Capacidad: 1500 KVA Voltaje: 34650/2400 KVA

Tipo de enfriamiento: Propio- Aceite

*	*	*	VERDADERO	*	*	*	BOBINADO HV			BOBIN LV
*	*	*	*	10079.988	*	*	ESTRELLA			DELTA
CONEXIONES	*	*	*	H1-H0	*	*	H2-H0			H3-H0
*	*	*	*	X1-X2	*	*	X2-X3			X3-X1
DETC	VOLTAJE	LTC	VOLTAJE	CAL	RELA.	RELA.	RELA.	LIM.	LIM	SISTE.
1	34650.000	*	2400.00	8.335	8.352	8.352	-2777.385	8.294	8.377	BUENO

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

FASE	A	CONEXIONES ALTA	H1-H0	
VOLTAJE ALTA	34650	CONEXIONES BAJA	X1-X2	
VOLTAJE BAJA	2400	RELACION MEDIDA	8.325	
RELACION TEORICA	8.345	%DIF.	0.23	
FASE	B	CONEXIONES ALTA	H2-H0	
VOLTAJE ALTA	34650	CONEXIONES BAJA	X2-X3	
VOLTAJE BAJA	2400	RELACION MEDIDA	8.325	
RELACION TEORICA	8.345	%DIF.	0.23	
FASE	C	CONEXIONES ALTA	H3-H0	
VOLTAJE ALTA	34650	CONEXIONES BAJA	X3-X1	
VOLTAJE BAJA	2400	RELACION MEDIDA	8.325	
RELACION TEORICA	8.345	%DIF.	0.23	
ACEPTADO			% DIF =	$\frac{\text{Relación teórica} - \text{Relación medida}}{\text{Relación teórica}} \times 100$

11.- VERIFICACIÓN DEL AISLAMIENTO DEL NÚCLEO

La prueba se realiza a transformadores que se preparan para su puesta en servicio, con el objeto de verificar la resistencia de aislamiento del núcleo y su correcto aterrizamiento en un solo punto, comprobando al mismo tiempo la adecuada geometría del núcleo y asegurando que no haya existido desplazamiento del mismo durante las maniobras de transporte.

La prueba es aplicable también a transformadores en operación que presenten sobrecalentamiento sin llegar a su capacidad nominal. Para realizar la prueba, se utiliza un medidor de resistencia de aislamiento, aplicando una tensión eléctrica de 1000 volts durante un minuto.

c) Factor de Potencia del aislamiento. El Factor de Potencia del aislamiento es otra manera de evaluar y juzgar las condiciones del aislamiento de los devanados de transformadores, autotransformadores y reactores, es recomendado para detectar humedad y suciedad en los mismos. Como el Factor de Potencia aumenta directamente con la temperatura del transformador, se deben referir los resultados a una temperatura base de 20°C, para fines de comparación.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

12.- VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL ACEITE DEL TRANSFORMADOR MEDIANTE RIGIDEZ DIELECTRICA Y PERDIDA DIELECTRICAS (F.P)

Esta prueba al aceite es una de las más frecuentes, ya que al conocer la tensión de ruptura que un aceite soporta es mucho más valioso, además, esta prueba revela cualitativamente la resistencia momentánea de la muestra del aceite al paso de la corriente y el grado de humedad, suciedad y sólidos conductores en suspensión.

En cuanto a la función de aislante, es necesario determinar la rigidez dieléctrica del aceite, para lo cual se emplea un equipo probador que se le conoce como probeta y que en cuyo interior tiene dos electrodos calibrados, a los cuales se les aplica un potencial variable que provoca que al llegar a cierto valor dicho potencial se rompa el dieléctrico del aceite y se registre dicho valor de tensión aplicada. La prueba se puede realizar con electrodos planos o semiesféricos y cuyo diámetro y separación esta normalizado de acuerdo al tipo de prueba.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

RESULTADOS DE PRUEBA RIGIDEZ DIELECTRICA

DATOS EQUIPO		DATOS PRUEBA					
EQUIPO	MEGGER	HORA DE INICIO	11:00	ELECTR. SEP.	2.54 MM	MAX. VOLT.	60 KV
MODELO	OT560PB	TIPO DE ACEITE	MINERAL/ESTE.	AGITADOR		REL. Dv/Dt	3 KV/S
No. DE SERIE		ELECTRODOS	CILINDRO	F[Hz] PRUEBA	61.8 HZ	NORMA	ASTMD877902
RESULTADOS DE LA PRUEBA							
MUESTRA 1				MUESTRA 2			
TEMP. ACEITE	32° C			TEMP. ACEITE	32° C		
PRUEBA 1	14.3 KC			PRUEBA 1	14.3 KC		
PRUEBA 2	15.9 KV			PRUEBA 2	15.9 KV		
PRUEBA 3	13.4 KV			PRUEBA 3	13.4 KV		
PRUEBA 4	12.6 KV			PRUEBA 4	12.6 KV		
PRUEBA 5	15.8 KV			PRUEBA 5	15.8 KV		
VOLT. PROM.	15.1 KV			VOLT. PROM.	15.1 KV		
DISPERSION S/X	0.08			DISPERSION S/X	0.08		
DESV. STD.	1.23 KV			DESV. STD.	1.23 KV		
RANGO	2.8			RANGO	2.8		
92% Xmedia	13.9 KV			92% Xmedia	13.9 KV		
RESULTADO	PASÓ			RESULTADO	PASÓ		

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

13.- REFERENCIAS

NORMA	
NORMA ANSI/IEEE C57-12-90-1999	IEEE STANDARD TEST CODE FOR LIQUID-IMMERSEDED DISTRIBUTION, POWER, AND REGULATING TRANSFORMERS.
NORMA ANSI/IEEE STD. 62.-1995	IEEE GUIDE FOR DIAGNOSTIC FIELD TESTING OF ELECTRIC POWER APPARATUS PART. 1: OIL FILLED POWER TRANSFORMERS, REGULATORS AND REACTORS.
NORMA ANSI/IEEE C57-125-1991	IEEE GUIDE FOR FAILURE INVESTIGATION, DOCUMENTATION AND ANALYSIS FOR POWER TRANSFORMERS AND SHUNT REACTORS.
NORMA ANSI/IEEE C57.19.00-1991	IEEE STANDARD GENERAL REQUERIMENTS AND TEST PROCEDURE FOR OUTDOOR POWER APPARATUS BUSHINGS.
NORMA NMX-J-284-ANCE-2006	PRODUCTOS ELECTRICOS-TRANSFORMADORES DE POTENCIA-ESPECIFICACIONES.
NORMA NMX-J-169-ANCE-2004	PRODUCTOS ELECTRICOS-TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION Y DE POTENCIA, METODOS DE PUEBA.

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

14.- ACCESORIOS

15.- RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE BOQUILLAS LADO DE ALTA H1, H2, H3 Y H0 Y LADO DE BAJA X1, X2, X3

PLACA DE DATOS DE BOQUILLAS H1, H2, H3:

DESIGNACION	N° DE SERIE	FABRICANTE	TIPO	% FP C1	CAP DE *	CLASIFIC.	AMPER
H1	MXL 3373 SERIE	WESTINGHOUSE	S	0.67	137	34.5	400
H2	MXL 3373 SERIE	WESTINGHOUSE	S	1.06	151	34.5	400
H3	MXL 3373 SERIE	WESTINGHOUSE	S	0.91	148	34.5	400



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

BOQUILLA C1

ID	N° DE SERIE	% DEL	NP CAP.	KV DE	mA	Watts	% Factor	FACTOR DE	CAPACITANCIA
H0	H0	*	*	10.004	14.663	8.900	6.069	1	3882.574
H1	MXL 3373 SERIE	0.67	137	10.004	0.561	0.117	1.928	0.926	148.848
H2	MXL 3373 SERIE	1.06	151	10.004	0.632	0.429	6.287	0.926	167.224
H3	MXL 3373 SERIE	0.91	148	10.004	0.595	0.147	2.285	0.926	157.932

BOQUILLA C2

ID	N° DE SERIE	% DEL	NP CAP.	KV DE	mA	Watts	% Factor	FACTOR DE	CAPACITANCIA
H1	H0	*	*	0.499	5.296	3.819	7.211	1	1401.269
H2	MXL 3373 SERIE	*	*	0.500	5.676	6.663	11.739	1	1495.286
H3	MXL 3373 SERIE	*	*	0.499	5.334	6.204	11.632	1	1405.439

16.- MEDICIÓN DE PERDIDAS DIELECTRICAS A LAS BOQUILLAS (F.P) LADO DE ALTA H1, H2,H3 Y H0 Y LADO DE BAJA X1,X2,X3

	AISLAMIENTO	Kv de	mA	Watts	%de	FACTOR	CAPACITANCIA
1	CH+CHL	10.004	16.633	8.843	5.251	0.988	4406.049
2	CH	10.005	5.584	2.775	4.908	0.988	1479.490
3	CHL (UST)	10.004	11.051	6.090	5.442	0.988	2927.155
4	CHL	0	11.049	6.068	5.424	0.988	2926.560
5	CL+CHL	2.000	23.186	13.255	5.646	0.988	6140.452
6	CL	2.000	12.134	7.192	5.854	0.988	3213.130
7	CHL (UST)	2.001	11.050	6.108	5.459	0.988	2926.733
8	CHL	0	11.052	6.063	5.418	0.988	2927.322

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

17.- GENERADOR U-1

18.- PRUEBAS AL GENERADOR

El objetivo de esta prueba es verificar en qué estado se encuentra operando el generador, para la seguridad del personal que labora en la C.H. Bombana y para la maquina, revisar cada parte de sus componentes como es el rotor, los anillos rozantes, encuñado el embobinado etc. en caso de ser necesario darle el mantenimiento adecuado al equipo.

Evaluar la el aislamiento del rotor por medio del equipo de medición **megger** contemplando una escala de resistencia (Ω) que va de $K\Omega$, $M\Omega$, $G\Omega$, $T\Omega$. Tomando en cuenta que $T\Omega$ es la escala más alta en el rango de la medición de la resistencia óhmica.

Los generadores eléctricos son de gran importancia para los sistemas eléctricos de potencia, su salida por falla origina severas repercusiones en la continuidad, como en la calidad de servicio para las compañías suministradoras de electricidad. Durante la vida operacional de las grandes maquinas rotatorias, es necesario aplicar mantenimientos preventivos programados, para asegurar una operación confiable y disminuir o minimizar las salidas no programadas, estos mantenimientos varían en detalle y extensión.

Para realizar esta prueba es necesario contar con el equipo de seguridad necesario como son guantes, botas, gafas, tapones etc. y las herramientas que se requieran.



Para realizar las pruebas que se muestran a continuación es necesario tomar en cuenta los siguientes pasos:

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA

Después de la parada de la unidad que entro a mantenimiento se realizaron maniobras para abrir cuchillas, se procedió al cierre de compuertas de tubería de presión así como el calafateo para realizar un achique. Se dio inicio al mantenimiento eléctrico realizando las siguientes actividades:

GENERADOR

- Después de haber desconectado los cables de potencia y neutro del generador, se comienza a dar mantenimiento y limpieza al estator y rotor del generador.
- Se desmonta las tolvas del generador.
- Se realiza revisión y mantenimiento del embobinado y polos, se verifica cuñas y amarres del estator.
- Se revisa la barra del neutro del generador, encontrándose con socavaciones en un extremo, se retira de su lugar para reparación.
- Verificar la tornillería de la barra del neutro y cables de potencia del generador.
- Se le da mantenimiento al generador con dielectrol, una vez limpio el generador se le aplica el barnizado.
- Después del barnizado se realiza el secado con focos de 100 W.
- Se revisa y se desmonta el porta escobillas de los anillos rozantes, se limpia y se le da el mantenimiento,
- Verificar el estado de los carbones, en caso de ser necesario se reemplazan.

19.- PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO AL ESTATOR

En la siguiente tabla observaremos los resultados de resistencia de aislamiento del estator antes del barnizado y después del barnizado, tomando en cuenta que después del barnizado el rango de resistencia de aislamiento debe ser mayor a la lectura tomada antes del barnizado.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

20.- TIPOS DE MANTENIMIENTO

Existen tres tipos de mantenimiento, los cuales están en función del momento en que se realizan y son presentados a continuación:

Mantenimiento preventivo

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento reactivo”, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

Mantenimiento predictivo

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

CLASIFICACIÓN:

Mantenimiento Rutinario: Es aquel que se efectúa diariamente. Se controla mediante la hoja de Reporte Diario de Actividades. Este control tiene por objeto tener una información real de la historia de cada uno de los equipos instalados a los que se haya ejecutado una reparación importante. Este tipo de mantenimiento rutinario será el que se ejecute en periodos normales de jornadas de trabajo sin sacar la unidad más de 8 horas dejando disponible la unidad antes de la hora pico, hora en que "Operación sistema" (CENACE) requiere la disponibilidad de las máquinas de las Centrales interconectadas.

Mantenimiento Menor

Es aquel mantenimiento que se realiza con el equipo fuera de línea pero que sí requiere del desarmado y/o sustitución y/o rehabilitación de partes de la Unidad incluyendo el mantenimiento General a todo el equipo involucrado con la operación de la Unidad y es también considerado realizarlo cuando se presenta una irregularidad en las condiciones normales de operación de la misma unidad y causan disminución súbita de su potencia de generación, ya que la reparación del daño implica un costo extra.

Mantenimiento mayor

Este mantenimiento es programado anualmente de acuerdo con CENACE y es aquel en el que la disponibilidad de las Unidades es afectada en un 100%.- Su programación se hace basándose en las recomendaciones y especificaciones de los fabricantes y sus horas de operación, implicando desmontaje de piezas principales. En vista de los grandes gastos que se erogan por materiales, persona extra, estos mantenimientos requieren salida de la unidad por lapsos prolongados y una autorización de trabajo que es tramitada por Oficinas Regionales, que al mismo tiempo tomará nota para un presupuesto anual.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA

TABLA DE RESULTADOS DE LA PRUEBA.

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ESTATOR

EQUIPO	ESTATOR BARNIZADO		UNIDAD	1	
LOCALIZACION	GENERADOR		MARCA	WESTINGHOUSE	
VOLTAJE	2400	KVA	1625	FRECUENCIA	60 HZ
TIEMPO DE OPERACIÓN	60 AÑOS		FECHA		

TEMP. (°C)	25°C		25°C		25°C		25° C	
PARTE PROBADA	ESTATOR BARNIZADO ØA		ESTATOR ØB		ESTATOR ØC		ESTATOR ABC + T̄	
VOLTAJE DE PRUEBA	1000 VCD		1000 VCD		1000 VCD		1000 VCD	
CONEXIÓN DE PRUEBA	A vs BC + T̄		B vs AC+ T̄		C vs ab + T̄		A,B,C + T̄	
TIEMPO	LECT.	(K,M,G)Ω	LECT.	(K,M,G)Ω	LECT.	(K,M,G)Ω	LECT.	(K,M,G)Ω
15 SEG	1.18	GΩ	1.34	GΩ	1.28	GΩ	7.26	MΩ
30 SEG	1.75	GΩ	2.05	GΩ	2.18	GΩ	1.4	GΩ
45 SEG	2.20	GΩ	2.50	GΩ	2.39	GΩ	1.35	GΩ
1 MIN	2.52	GΩ	2.88	GΩ	2.66	GΩ	1.60	GΩ
2 MIN	3.46	GΩ	3.92	GΩ	3.59	GΩ	2.20	GΩ
3 MIN	4.12	GΩ	4.66	GΩ	4.24	GΩ	2.60	GΩ
4 MIN	4.64	GΩ	5.29	GΩ	4.79	GΩ	2.93	GΩ
5 MIN	5.11	GΩ	5.82	GΩ	5.35	GΩ	3.20	GΩ
6 MIN	5.52	GΩ	6.35	GΩ	5.69	GΩ	3.47	GΩ
7 MIN	5.90	GΩ	6.70	GΩ	6.00	GΩ	3.67	GΩ
8 MIN	6.25	GΩ	7.09	GΩ	6.31	GΩ	4.03	GΩ
9 MIN	6.59	GΩ	7.45	GΩ	6.61	GΩ	4.18	GΩ
10 MIN	6.88	GΩ	7.86	GΩ	6.73	GΩ	4.18	GΩ
REL 3/1								
REL 10/1	IP=	2.73	IP=	2.74	IP=	2.61	IP=	2.62

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

21.- PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO AL ROTOR

TABLA DE RESULTADOS DE LA PRUEBA.

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ROTOR

EQUIPO	ROTOR BARNIZADO	UNIDAD	1
LOCALIZACION	CASA DE MAQUINAS	MARCA	ACEC
VOLTAJE	2400	KVA	1625
TIEMPO DE OPERACIÓN	60 AÑOS	FRECUENCIA	60 HZ
		FECHA	

TEMP. (°C)	24° C						
PARTE PROBADA	ANILLOS ROZANTES						
VOLTAJE DE PRUEBA	500 VCD						
CONEXIÓN DE PRUEBA	ANILLOS vs TIERRAS						
TIEMPO							
15 SEG	14.9	GΩ					
30 SEG	15.3	GΩ					
45 SEG	15.4	GΩ					
1 MIN	15.6	GΩ					
2 MIN	15.6	GΩ					
3 MIN	16.3	GΩ					
4 MIN	16.6	GΩ					
5 MIN	16.7	GΩ					
6 MIN	16.8	GΩ					
7 MIN	16.7	GΩ					
8 MIN	16.9	GΩ					
9 MIN	16.8	GΩ					
10 MIN	16.9	GΩ					
REL 3/1							
REL 10/1	IP=	1.08					

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA

22.-RESULTADOS DE PRUEBAS DEL GENRADOR BARNIZADO

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

EQUIPO	ESTATOR BARNIZADO		UNIDAD	N°1	
LOCALIZACION	CASA DE MAQUINAS		MARCA		
VOLTAJE		KVA	500/5 AMP	FRECUENCIA	60 HZ
TIEMPO DE OPERACIÓN	60 AÑOS		FECHA	24 FEBRERO 2015	

TEMP. (°C)	28° C		28° C		28° C		28° C	
PARTE PROBADA	ESTATOR		ESTATOR		ESTATOR		ESTATOR	
VOLTAJE DE PRUEBA	1000 VCD		1000 VCD		1000VCD		2500 VCD	
CONEXIÓN DE PRUEBA	A vs BC + \bar{T} + \bar{T}		B vs AC + \bar{T} + \bar{T}		C vs AB + \bar{T} + \bar{T}		ABC vs \bar{T}	
TIEMPO								
15 SEG	2.71	MΩ	8.00	GΩ	432	MΩ	233	MΩ
30 SEG	2.96	MΩ	1.05	GΩ	504	MΩ	297	MΩ
45 SEG	3.06	MΩ	1.22	GΩ	529	MΩ	324	MΩ
1 MIN	3.11	MΩ	1.33	GΩ	547	MΩ	342	MΩ
2 MIN	322	MΩ	1.57	GΩ	607	MΩ	384	MΩ
3 MIN	332	MΩ	1.71	GΩ	602	MΩ	409	MΩ
4 MIN	339	MΩ	1.77	GΩ	612	MΩ	413	MΩ
5 MIN	349	MΩ	1.79	GΩ	623	MΩ	413	MΩ
6 MIN	357	MΩ	1.83	GΩ	609	MΩ	433	MΩ
7 MIN	374	MΩ	1.84	GΩ	569	MΩ	420	MΩ
8 MIN	384	MΩ	1.82	GΩ	623	MΩ	397	MΩ
9 MIN	387	MΩ	1.84	GΩ	675	MΩ	396	MΩ
10 MIN	387	MΩ	1.86	GΩ	695	MΩ	366	MΩ
REL 3/1								
REL 10/1	IP	1.25	IP	1.41	IP	1.27	IP	1.07

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA

22.- PRUEBA TCs, TP_s NEUTROS Y FASES DEL GENERADOR

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

EQUIPO	TC ^S NEUTRO "A"	UNIDAD	N°1
LOCALIZACION	FOSO	MARCA	
VOLTAJE	2400	KVA	500/5 AMP
TIEMPO DE OPERACIÓN	60 AÑOS	FRECUENCIA	60 HZ
		FECHA	24 FEBRERO 2015

TEMP. (°C)	28°C		28° C			
PARTE PROBADA	TC ^S NEUTRO "A"		TC ^S NEUTRO "A"			
VOLTAJE DE PRUEBA	1000 VCD		250 VCD			
CONEXIÓN DE PRUEBA	$\frac{H-L}{B-T S^1 S^2}$		$\frac{B-L S^1 S^2}{H-T}$			
TIEMPO	LECT.	(K,M,G)Ω	LECT.	(K,M,G)Ω		
15 SEG	162	GΩ	123	GΩ		
30 SEG	204	GΩ	153	GΩ		
45 SEG	233	GΩ	172	GΩ		
1 MIN	242	GΩ	186	GΩ		
2 MIN	316	GΩ	232	GΩ		
3 MIN	376	GΩ	255	GΩ		
4 MIN	404	GΩ	259	GΩ		
5 MIN	355	GΩ	297	GΩ		
6 MIN	378	GΩ	305	GΩ		
7 MIN	398	GΩ	328	GΩ		
8 MIN	401	GΩ	341	GΩ		
9 MIN	422	GΩ	380	GΩ		
10 MIN	426	GΩ	408	GΩ		
REL 3/1						
REL 10/1	IP	1.77	IP	2.19		

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

EQUIPO	TC ^S ØB	UNIDAD	Nº1
LOCALIZACION	FOSO	MARCA	
VOLTAJE	2400	KVA	500/5 AMP
TIEMPO DE OPERACIÓN	60 AÑOS	FRECUENCIA	60 HZ
		FECHA	FEBRERO 2015

TEMP. (°C)	28° C		28° C			
PARTE PROBADA	TC ^S ØB		TC ^S ØB			
VOLTAJE DE PRUEBA	1000 VCD		250 VCD			
CONEXIÓN DE PRUEBA	$\frac{H-L}{B-T S^1 S^2}$		$\frac{B-T S^1 S^2}{H-T}$			
TIEMPO	LECT.	(K,M,G)Ω	LECT.	(K,M,G)Ω		
15 SEG	426	GΩ	247	GΩ		
30 SEG	577	GΩ	308	GΩ		
45 SEG	665	GΩ	250	GΩ		
1 MIN	743	GΩ	328	GΩ		
2 MIN	893	GΩ	400	GΩ		
3 MIN	936	GΩ	428	GΩ		
4 MIN	993	GΩ	447	GΩ		
5 MIN	1.02	TΩ	498	GΩ		
6 MIN	983	TΩ	534	GΩ		
7 MIN	1.03	TΩ	530	GΩ		
8 MIN	1.04	TΩ	570	GΩ		
9 MIN	1.05	TΩ	575	GΩ		
10 MIN	1.05	TΩ	577	GΩ		
REL 3/1						
REL 10/1	IP	1.43	IP	1.78		

EQUIPO INCLUIDO EN LA PRUEBA: _____ MEGGER _____ RANGO: _____

PROBÓ:

OBSERVACIONES: _____

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

EQUIPO TC^SØC UNIDAD Nº1
 LOCALIZACION FOSO MARCA _____
 VOLTAJE 2400 KVA _____ FRECUENCIA 60 HZ
 TIEMPO DE OPERACIÓN _____ FECHA _____

TEMP. (°C)	28° C		28° C		28° C		28° C	
PARTE PROBADA	TC ^S ØC		TC ^S ØC		TC ^S ØC		TC ^S ØC	
VOLTAJE DE PRUEBA	1000 VCD		250 VCD		1000 VCD		250 VCD	
CONEXIÓN DE PRUEBA	$\frac{H-L}{B-T S^1 S^2}$		$\frac{B-L S^1 S^2}{H-T}$		$\frac{H-L}{B-T S^3 S^4}$		$\frac{B-L S^3 S^4}{H-T}$	
TIEMPO	LECT.	(K,M,G) Ω	LECT.	(K,M,G) Ω	LECT.	(K,M,G) Ω	LECT.	(K,M,G) Ω
15 SEG	125	GΩ	350	GΩ	173	GΩ	176	GΩ
30 SEG	136	GΩ	459	GΩ	325	GΩ	234	GΩ
45 SEG	136	GΩ	543	GΩ	384	GΩ	252	GΩ
1 MIN	138	GΩ	598	GΩ	445	GΩ	227	GΩ
2 MIN	132	GΩ	691	GΩ	465	GΩ	292	GΩ
3 MIN	146	GΩ	721	GΩ	541	GΩ	316	GΩ
4 MIN	150	GΩ	735	GΩ	568	GΩ	345	GΩ
5 MIN	156	GΩ	750	GΩ	609	GΩ	369	GΩ
6 MIN	201	GΩ	750	GΩ	631	GΩ	378	GΩ
7 MIN	250	GΩ	750	GΩ	704	GΩ	384	GΩ
8 MIN	272	GΩ	750	GΩ	707	GΩ	395	GΩ
9 MIN	273	GΩ	750	GΩ	729	GΩ	412	GΩ
10 MIN	280	GΩ	750	GΩ	730	GΩ	427	GΩ
REL 3/1								
REL 10/1	IP	2.03			IP	1.75	IP	

EQUIPO INCLUIDO EN LA PRUEBA: MEGGER RANGO: _____
 PROBÓ: _____
 OBSERVACIONES: _____

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

EQUIPO TC^SØA UNIDAD Nº1
 LOCALIZACION POSO MARCA _____
 VOLTAJE 2400 KVA _____ FRECUENCIA 60 HZ
 TIEMPO DE OPERACIÓN _____ FECHA _____

TEMP. (°C)	28° C		28° C			
PARTE PROBADA	TC ^S ØA		TC ^S ØA			
VOLTAJE DE PRUEBA	1000 VCD		250 VCD			
CONEXIÓN DE PRUEBA	$\frac{H-L}{B-T S^1 S^2}$		$\frac{B-L S^1 S^2}{H-T}$			
TIEMPO	LECT.	(K,M,G)Ω	LECT.	(K,M,G)Ω		
15 SEG	425	GΩ	439	GΩ		
30 SEG	579	GΩ	598	GΩ		
45 SEG	670	GΩ	697	GΩ		
1 MIN	730	GΩ	749	GΩ		
2 MIN	875	GΩ	750	GΩ		
3 MIN	998	GΩ	750	GΩ		
4 MIN	1.07	TΩ	750	GΩ		
5 MIN	1.16	TΩ	750	GΩ		
6 MIN	1.23	TΩ	750	GΩ		
7 MIN	1.15	TΩ	750	GΩ		
8 MIN	1.26	TΩ	750	GΩ		
9 MIN	1.13	TΩ	750	GΩ		
10 MIN	1.09	TΩ	750	GΩ		
REL 3/1						
REL 10/1	IP	1.50				

EQUIPO INCLUIDO EN LA PRUEBA: MEGGER RANGO: _____

PROBÓ:

OBSERVACIONES: _____

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

EQUIPO TC^SØC UNIDAD Nº1
 LOCALIZACION POSO MARCA _____
 VOLTAJE 2400 KVA _____ FRECUENCIA 60 HZ
 TIEMPO DE OPERACIÓN _____ FECHA _____

TEMP. (°C)	28° C		28° C		28° C		28° C	
PARTE PROBADA	TC ^S ØC		TC ^S ØC		TC ^S ØC		TC ^S ØC	
VOLTAJE DE PRUEBA	1000 VCD		250 VCD		1000 VCD		250 VCD	
CONEXIÓN DE PRUEBA	$\frac{H-L}{B-T S^1 S^2}$		$\frac{B-L S^1 S^2}{H-T}$		$\frac{H-L}{B-T S^3 S^4}$		$\frac{B-L S^3 S^4}{H-T}$	
TIEMPO	LECT.	(K,M,G) Ω	LECT.	(K,M,G) Ω	LECT.	(K,M,G) Ω	LECT.	(K,M,G) Ω
15 SEG	125	GΩ	350	GΩ				
30 SEG	136	GΩ	459	GΩ				
45 SEG	136	GΩ	543	GΩ				
1 MIN	138	GΩ	598	GΩ				
2 MIN	132	GΩ	691	GΩ				
3 MIN	146	GΩ	721	GΩ				
4 MIN	150	GΩ	735	GΩ				
5 MIN	156	GΩ	750	GΩ				
6 MIN	201	GΩ	750	GΩ				
7 MIN	250	GΩ	750	GΩ				
8 MIN	272	GΩ	750	GΩ				
9 MIN	273	GΩ	750	GΩ				
10 MIN	280	GΩ	750	GΩ				
REL 3/1								
REL 10/1	IP	2.03						

EQUIPO INCLUIDO EN LA PRUEBA: MEGGER RANGO: _____

PROBÓ:

OBSERVACIONES: _____

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

24.- PRUEBA DE CAIDA DE TENSION POLO A ROTOR

El propósito de la prueba es el de detectar sí existe corto circuito entre espiras de bobinas polares ya que al haberlo, disminuye su impedancia y la caída de tensión en el polo o polos fallados.

Se Realizó la prueba de caída de tensión a los 40 polos del rotor aplicándole un voltaje de 220 vca, a través de los anillos rozantes, utilizando un foco de 100 Watts en serie para hacer circular una corriente y determinar la impedancia de los polos Tomándose lecturas del voltaje y corriente aplicadas con lo cual es posible calcular la Impedancia de todo el devanado.

Formula:

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

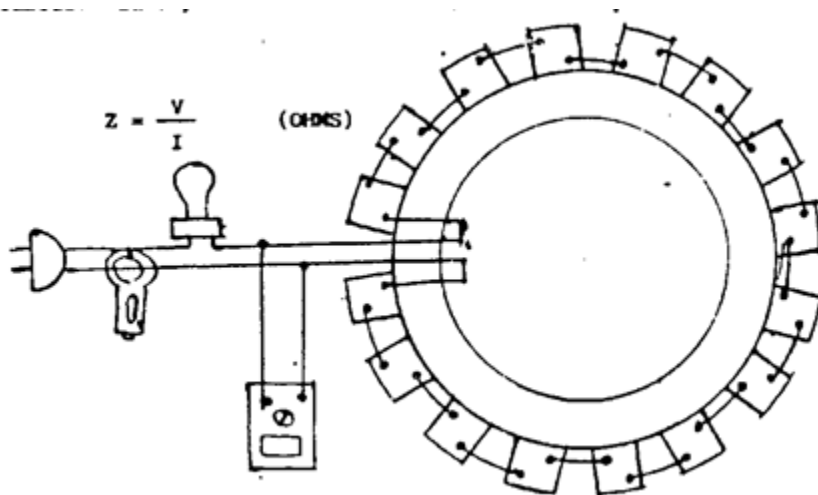


Diagrama de prueba de caída de tensión

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

De preferencia es necesario aplicar mayor voltaje al devanado para que sea mayor la corriente y los resultados sean más precisos, por lo que de acuerdo con la impedancia obtenida y el mayor voltaje disponible se puede calcular la corriente que circulará de acuerdo con la ecuación:

$$I = \frac{V}{Z} \geq 30 \text{ Amperes}$$

La corriente por conveniencia se sugiere no sea mayor de 30 Amperes, El voltaje aplicado no debe ser mayor del voltaje de operación del campo. Entonces se aplica el voltaje pleno y se mide el voltaje parcial polo a polo.-Los valores deben ser iguales con ligeras diferencias $\pm 10\%$. En caso de que se observen diferencias mayores significará que el polo tiene fallas entre espiras, por lo que será necesario reparar la bobina polar. Los valores de impedancia inicialmente obtenida se pueden verificar nuevamente, midiendo el voltaje total aplicado y la corriente.

Para realizar esta prueba es necesario tomar en cuenta las posibles fallas que se pueden encontrar en los polos:

CAUSAS DE FALLAS DE POLOS

- **a)Deterioro del aislamiento**
- •Contracción o consolidación
- •Fragilidad
- •Agrietamiento
- •Perdida de adherencia con el cobre
- **b)Causas eléctricas**
- •Transitorios al arranque
- •Transitorios de excitación
- •Altos voltajes inducidos por fallas al estator
- •Fallas desbalanceadas
- •Alta resistencia de conexión
- •Espiras cortocircuitadas

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

- **c) Causas mecánicas**
- •Vibración
- •Esfuerzos por la presencia de una falla desbalanceada
- •Partes mecánicas flojas (cuñas, cola de milano, tornillería, etc.)
- •Rotura de la bobina
- •Amortiguadores rotos
- **d)Causas térmicas**
- •Sobre corrientes de campo
- •Perdida de enfriamiento
- **e) Contaminación**
- •Aceite
- •Humedad
- •Polvo de balatas sistema de frenado

TABLA DE PRUEBA

PRUEBA DE CAIDA DE TENSION A POLOS U-1 C.H. BOMBANA

N° POLOS	1	2	3	4	5	6	7
VOLTS	10.55	10.50	10.45	10.41	10.56	10.39	10.28
N° POLOS	8	9	10	11	12		
VOLTS	9.98	10.15	10.28	10.74	10.65		

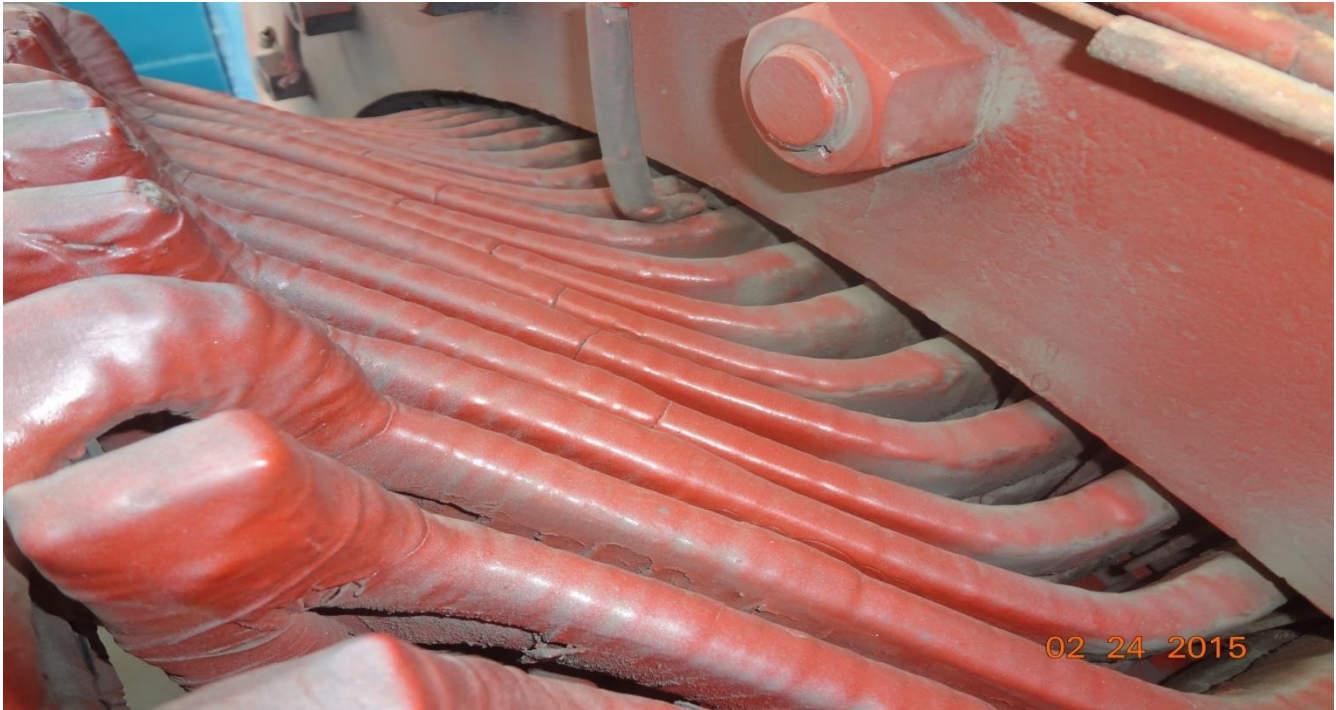
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

25.- SUPERVISION DEL ESTADO DE LAS BOBINAS Y CUÑAS DEL GENERADOR



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

26.- SUPERVISION ENTRE HIERRO DE LOS POLOS DEL GENERADOR



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

EQUIPO	CABLES DE POTENCIA	UNIDAD	Nº1
LOCALIZACION	TRINCHERA	MARCA	
VOLTAJE	2400	KVA	500/5 AMP
TIEMPO DE OPERACIÓN	PROGRAMADO 1 DIA	FRECUENCIA	60 HZ
		FECHA	24 FEBRERO 2015

TEMP. (°C)								
PARTE PROBADA	CABLES DE POTENCIA		CABLES DE POTENCIA		CABLES DE POTENCIA		CABLES DE POTENCIA	
VOLTAJE DE PRUEBA	2500 VCD		2500 VCD		2500 VCD		2500 VCD	
CONEXIÓN DE PRUEBA	AV _S BC=T+T̄		BV _S AC-T+T̄		CV _S AB-T+T̄		ABC+T̄	
TIEMPO	LECT.	(K,M,G)Ω	LECT.	(K,M,G)Ω	LECT.	(K,M,G)Ω	LECT.	(K,M,G)Ω
15 SEG	2.24	GΩ	2.18	GΩ	2.06	GΩ	150	GΩ
30 SEG	4.79	GΩ	3.42	GΩ	3.41	GΩ	231	GΩ
45 SEG	8.83	GΩ	4.71	GΩ	4.86	GΩ	269	GΩ
1 MIN	111	GΩ	571	GΩ	5.47	GΩ	3.38	GΩ
2 MIN	1.00	GΩ	8.83	GΩ	7.91	GΩ	4.56	GΩ
3 MIN	12.2	GΩ	11.4	GΩ	9.47	GΩ	5.29	GΩ
4 MIN	12.9	GΩ	13.3	GΩ	10.6	GΩ	5.80	GΩ
5 MIN	14.5	GΩ	14.2	GΩ	11.5	GΩ	6.11	GΩ
6 MIN	19.1	GΩ	15.5	GΩ	12.2	GΩ	6.40	GΩ
7 MIN	19.3	GΩ	16.2	GΩ	12.9	GΩ	6.63	GΩ
8 MIN	20.2	GΩ	17.2	GΩ	13.3	GΩ	6.85	GΩ
9 MIN	20.3	GΩ	18.0	GΩ	13.6	GΩ	7.11	GΩ
10 MIN	20.1	GΩ	18.6	GΩ	14.1	GΩ	7.07	GΩ
REL 3/1								
REL 10/1	IP	1.81	IP	3.27	IP	2.59	IP	2.10

EQUIPO INCLUIDO EN LA PRUEBA: MEGGER RANGO: _____

PROBÓ:

OBSERVACIONES: _____

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

CAPITULO III

28.- EVALUACION DEL SISTEMA DE ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA

29.- INTRODUCCIÓN

Es importante examinar la luz de trabajo no solo con criterios cuantitativos, sino también cualitativos, el primer paso es estudiar el puesto de trabajo, la precisión que requieren las tareas realizadas, la cantidad de trabajo, la movilidad del trabajador. Etc.

La iluminación de los ambientes interiores tiene por objeto satisfacer las siguientes necesidades.

- Contribuir a crear un ambiente de trabajo seguro.
- Ayudar a realizar tareas visuales.
- Crear un ambiente visual apropiado.

La creación de un ambiente de trabajo seguro tiene que estar en el primer lugar de la lista de prioridades de un centro de trabajo, ya que por lo general, se aumenta la seguridad haciendo que los peligros sean claramente visibles. La realización de la tarea puede mejorarse haciendo que sea más fácil ver todos los detalles, al crear ambientes visuales apropiados, mediante la valoración del énfasis de iluminación dado a los objetos y superficies existentes dentro del ambiente interior.

Al elegir un cierto nivel de iluminación para un puesto de trabajo determinado, deberán considerarse los siguientes puntos:

- La naturaleza del trabajo.
- La reflectancia del objeto y de su entorno inmediato.
- Las diferencias con luz natural y la necesidad de iluminación diurna.
- La edad del trabajador.

La luz y el color influyen en nuestra sensación general de bienestar, incluyendo la moral y la fatiga. Con bajos niveles de iluminación, los objetos tienen poco o ningún color o forma y se produce una pérdida de perspectiva. A la inversa, el exceso de luz puede ser tan incómodo como su escasez.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

En general, la gente prefiere una habitación con luz diurna a una habitación sin ventanas. Además, se considera que el contacto con el mundo exterior contribuye a la sensación de bienestar.

La introducción de controles de iluminación automáticos, junto con la atenuación de altas frecuencias en las lámparas fluorescentes, ha permitido proporcionar a los ambientes interiores una combinación controlada de luz natural y luz artificial, con lo que se logra la reducción de costos energéticos.

En la percepción del carácter de un ambiente interior influyen el brillo y el color de sus superficies visibles, tanto interiores como exteriores. Las condiciones de iluminación general de un ambiente interior pueden conseguirse utilizando luz natural o iluminación artificial o lo más probable con una combinación de ambas.

A partir de estas consideraciones y con referencia a las actividades de prevención de riesgos requeridos por el sistema de administración de seguridad y salud en el trabajo (SASST), basado en la norma mexicana NM-SAST-001-IMNC-2008.

Como referencia normativa fueron comparadas con los valores referidos en la norma NOM-025-STPS-2008, "condiciones de iluminación en los centros de trabajo" publicada en el diario oficial de la federación el 20 de diciembre de 2008.

30.- OBJETIVO

Determinar el nivel de iluminación y reflexión en las áreas y puestos de trabajo, de la C.H Bombaná, de las diversas áreas que conforman las instalaciones del centro de trabajo, en cumplimiento con la NOM-025-STPS-2008 "**Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo**".

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

31.- ALCANCE

La medición del nivel de iluminación se realizó en todos los puestos de trabajo y áreas del centro de trabajo. En estas áreas, se midió el nivel de iluminación en plano de trabajo y pared, así como la iluminación incidente y reflejante para estimar el índice de reflexión Kf.

32.- CRITERIOS DE INSPECCIÓN

Norma oficial mexicana **NOM-025-STPS-2008**, “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”.

33.- METODOLOGÍA

Para la evaluación de las áreas de trabajo se tomó como referencia la metodología indicada en la “NOM-025-STPS-2008 Condiciones de iluminación en el centro de trabajo, llevando a cabo las siguientes actividades:

- **Para el reconocimiento de las áreas y puestos de trabajo;** se recabo la información técnica y administrativa que permitió seleccionar los puntos de medición para evaluar el nivel de iluminación, entre la cual destaca la siguiente.
 - ✓ Plano de distribución de áreas, luminarias y equipo.
 - ✓ Descripción del proceso de trabajo.
 - ✓ Descripción de los puestos de trabajo.
 - ✓ Número de trabajadores.

- **Para la evaluación de los niveles de iluminación;** se procedió como se indica en el apéndice “B” de la NOM-025-STPS-2008 y se tomaron las lecturas por cada puesto y plano de trabajo en hoja de campo.

- **Para evaluación de los niveles de reflexión;** se procedió como se indica en el apéndice “B” de la NOM-025-STPS-2008 y se tomaron las lecturas por cada puesto y plano de trabajo en hoja de campo.

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

Se realizó la toma de lecturas utilizando el equipo de medición de intensidad luminosa “Luxómetro” y se registraron en las hojas de campo, posteriormente se efectuó la comparación de los niveles de Iluminación y Reflexión obtenidos, con respecto a la tabla 1 (niveles mínimos de iluminación) y tabla 2 (niveles máximos permisibles del factor de reflexión) de la NOM-025-STPS-2008.

34.- NIVELES MINIMOS DE ILUMINACION

TABLA 1 – NIVELES MINIMOS DE ILUMINACIÓN

TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO	ÁREA DE TRABAJO	NIVELES MINIMOS DE LA ILUMINACIÓN (LUX)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimientos de vehículos.	Áreas generales exteriores: patios y estacionamiento	20
En interiores: distinguir el área de tránsito desplazarse caminando, vigilancia, movimientos de vehículos.	Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escalera, estacionamiento cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; sala de descanso; cuarto de almacén; plataformas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual. Recuento de piezas, trabajo en banco y maquinas.	Áreas de servicio al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuarto de compresores y pailera.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y oficina.	Talleres, áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de computo, áreas de dibujo, laboratorios	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750

TABLA 1 – NIVELES MINIMOS DE ILUMINACIÓN

TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO	ÁREA DE TRABAJO	NIVELES MINIMOS DE LA ILUMINACIÓN (LUX)
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas y acabado con pulidos finos.	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulido fino.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Procesos de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; exactas y muy prolongadas, y muy especiales de extremadamente bajo contraste y tamaño pequeño.	2,000

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

35.- NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DEL FACTOR DE REFLEXION

TABLA 2.- NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DEL FACTOR DE REFLEXIÓN

CONCEPTO	NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE REFLEXIÓN K _f (%)
Plano de trabajo	50
Paredes	60

36.- EQUIPO Y MATERIAL UTILIZADO

EQUIPO Y MATERIAL
Luxómetro digital Marca: Modelo: Serie: Fecha de calibración:

37.- RESULTADOS

A continuación se presentan los valores de las mediciones del nivel de iluminación en las diversas áreas del centro de trabajo.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

**38.- OFICINAS, CASA DE MAQUINAS PARTE I, BODEGA MECANICO Y TALLER
ELECTRICO.**

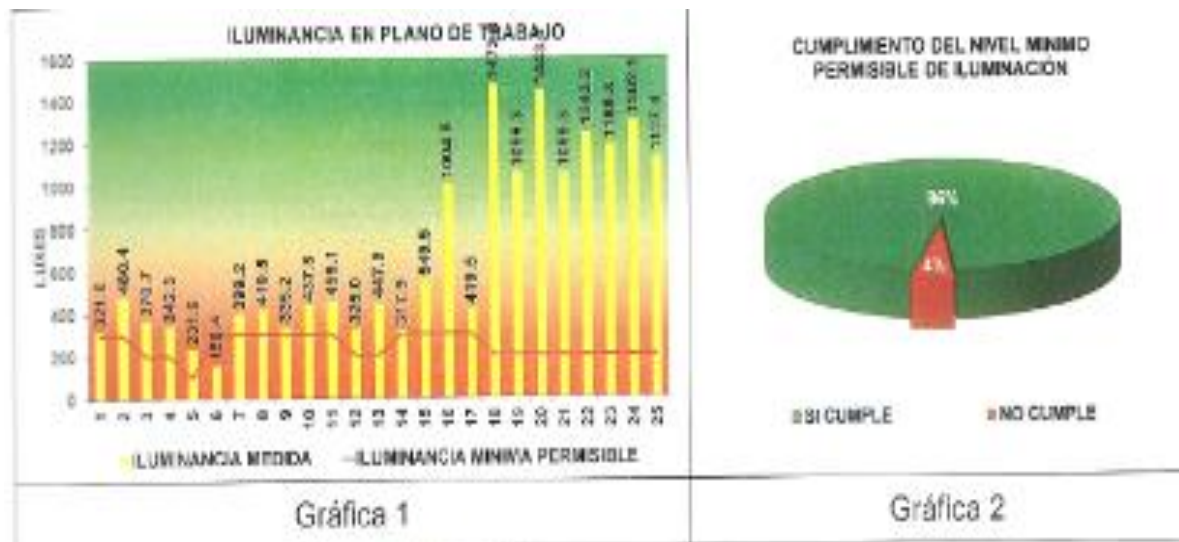
**NIVEL DE ILUMINACIÓN (LUX) POR PUESTOS DE TRABAJO
DE LA C.H BOMBANÁ**

Punto De medición	Ubicación	Nivel de Iluminación Encontrado (LUX)	Nivel mínimo de iluminación (Tabla NOM-025-STPS-2008) LUX	Cumple con norma
1.	PC SUPERINTENDENTE	321.0	300	SI
2.	ESCRITORIO SUPERINTENDENTE	480.4	300	SI
3.	CARGADOR DE BATERIAS	370.7	200	SI
4.	SITE DE COMUNICACIÓN	342.3	200	SI
5.	PASILLO	231.6	100	SI
6.	ESCRITORIO PERSONAL DE SERVICIO	156.4	300	NO
7.	ESCRITORIO OPERADOR	399.2	300	SI
8	TABLERO	419.5	300	SI
9	TABLERO	335.2	300	SI
10	TABLERO	437.8	300	SI
11	TABLERO	459.1	300	SI
12	CARGADORES DE BATERIAS	325.0	200	SI
13	SALA DE BATERIAS	447.9	200	SI
14	TALLER ELECTRICO	317.9	300	SI
15	TALLER MECANICO	549.5	300	SI
16	DEPARTAMENTO ELCTRICO	1004.5	300	SI
17	DEPARTAMENTO MECANICO	419.5	300	SI
18	UNIDAD 1	1473.8	200	SI
Punto		Nivel de Iluminación	Nivel mínimo de iluminación (Tabla	Cumple con

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

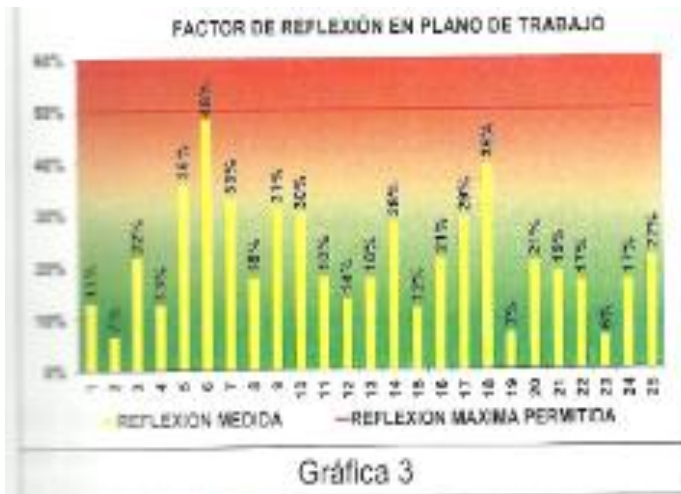
De medición	Ubicación	Encontrado (LUX)	NOM-025-STPS-2008) LUX	Norma
19	CHUMACERA	1056.3	200	SI
20	TANQUE DE PRESIÓN	1443.3	200	SI
21	REGULADORE DE VOLTAJE	1055.3	200	SI
22	ENTRE UNIDAD 1 Y UNIDAD 2	1243.2	200	SI
23	CHUMACERA	1188.3	200	SI
24	TANQUE ACUMULADOR DE AIRE Y ACEITE	1302.1	200	SI
25	REGULADOR	1127.4	200	SI

En las gráficas 1 y 2 se muestran los valores y el grado de iluminación del **nivel mínimo de iluminación permisible en plano de trabajo** del área, de acuerdo a lo establecido en la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de iluminación en los Centros de Trabajo” **se observa un cumplimiento del 96 %.**

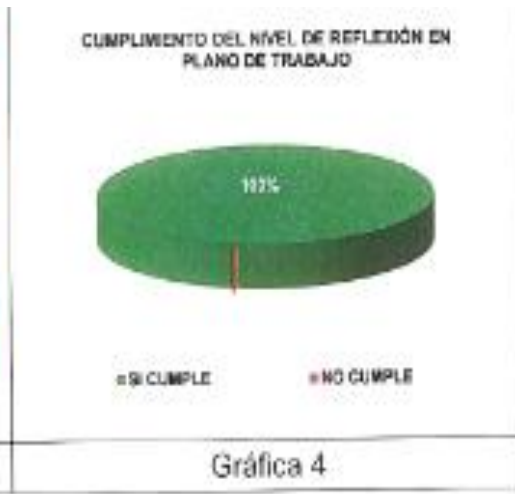


En cuanto al factor de reflexión K_f en plano de trabajo, las graficas 3 y 4 muestran los valores obtenidos en la medición de acuerdo a la **NOM-025-STPS-2008 “condiciones de iluminación en los centro de trabajo”**, donde se obtuvo un 100% de cumplimiento con los niveles máximos permisibles de reflexión.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

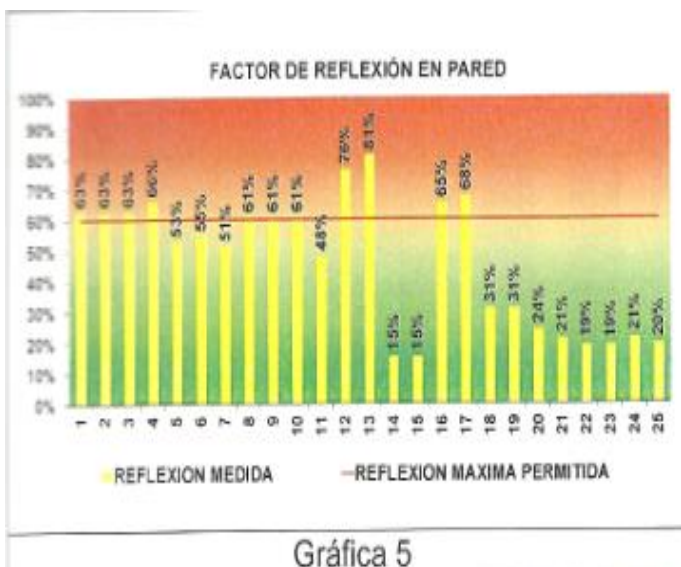


Gráfica 3

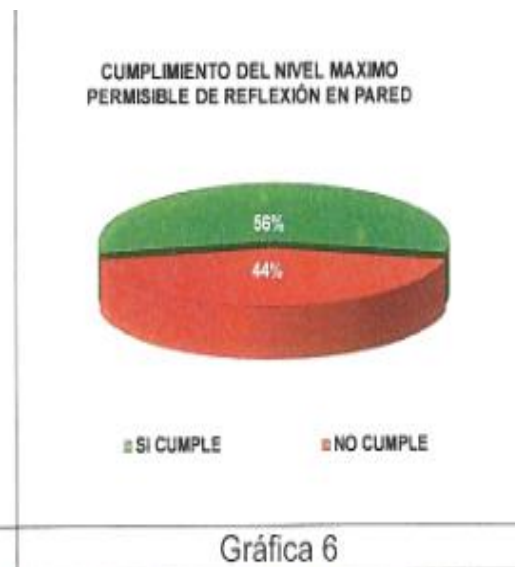


Gráfica 4

Las graficas 5 y 6 muestran los valores obtenidos para el factor de reflexión Kf en la pared, según los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo” donde se obtuvo un 56% de cumplimiento.



Gráfica 5



Gráfica 6

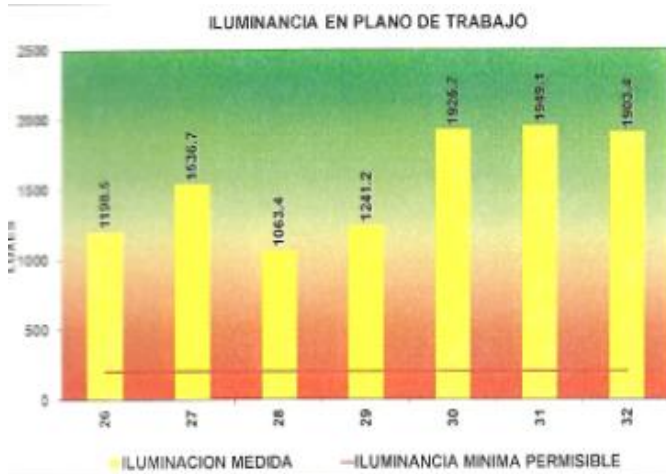
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

**NIVEL DE ILUMINACIÓN (LUX) POR PUESTOS DE TRABAJO
DE LA C.H BOMBANÁ**

Punto De medición	Ubicación	Nivel de Iluminación Encontrado (LUX)	Nivel mínimo de iluminación (Tabla NOM-025-STPS-2008) LUX	Cumple con norma
26	TANQUE ACUMULADOR DE AIRE	1198.5	200	SI
27	UNIDAD 2 CHUMACERA DE CARGA	1536.7	200	SI
28	REGULADOR DE VELOCIDAD N° 2	1063.4	200	SI
29	REGULADOR DE VOLTAJE	1241.2	200	SI
30	CHUMACERA DE CARGA Y COPLÉ	1925.7	200	SI
31	REGULADOR DE VELOCIDAD N° 1 U-1	1949.1	200	SI
32	REGULADOR DE VOLTAJE	1903.4	200	SI

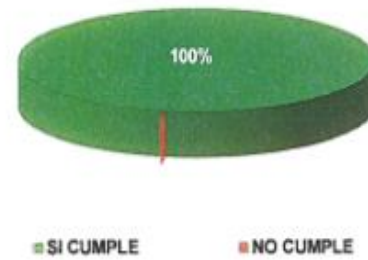
En las graficas 7 y 8 se muestran los valores de cumplimiento del nivel mínimo de iluminación permisible en plano de trabajo del área, de acuerdo a lo establecido en la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”, se observa un cumplimiento del 100%

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA



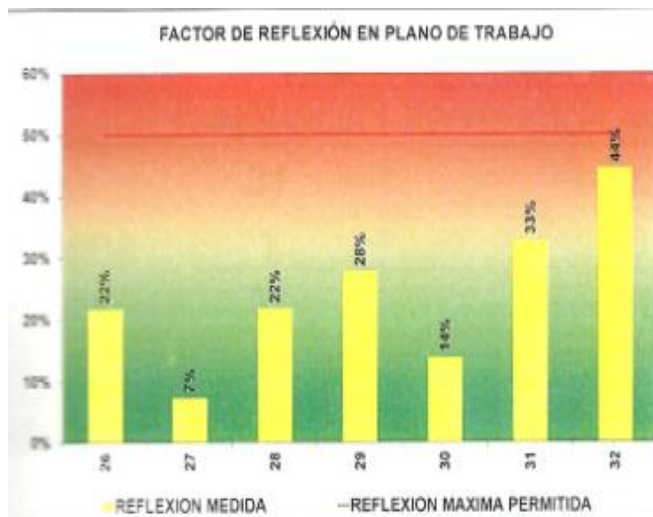
Gráfica 7

CUMPLIMIENTO DEL NIVEL MINIMO PERMISIBLE DE ILUMINACIÓN



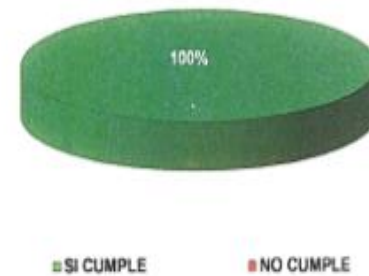
Gráfica 8

En cuanto al factor de reflexión Kf en plano de trabajo, las graficas 9 y 10 muestran los valores obtenidos en la medición de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”, donde se obtuvo un 100 % de cumplimiento con los niveles máximos permisibles de reflexión.



Gráfica 9

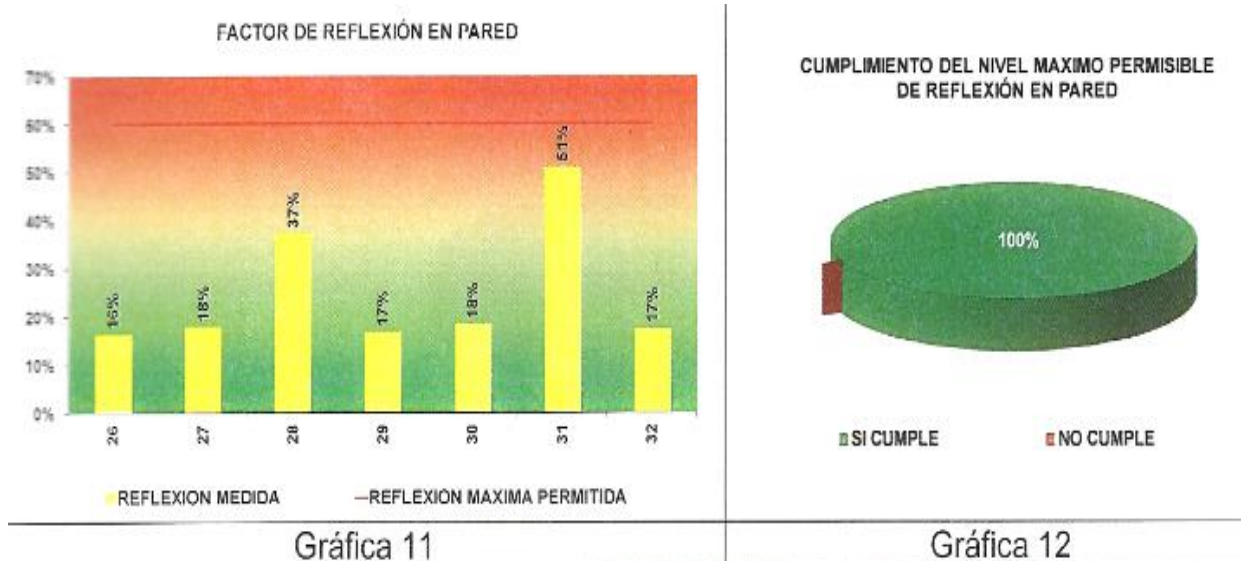
CUMPLIMIENTO DEL NIVEL DE REFLEXIÓN EN PLANO DE TRABAJO



Gráfica 10

Las graficas 11 y 12 muestran los valores obtenidos para el factor de reflexión Kf en pared, según los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”, donde se obtuvo un 100% de cumplimiento.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**



39.- RESULTADOS DEL CUMPLIMIENTO CON RESPECTO A LA NORMA DE REFERENCIA.

En la tabla se muestran los resultados generales obtenidos en el centro de trabajo.

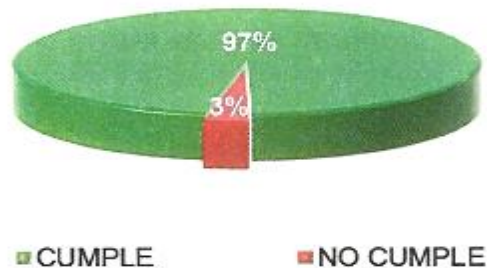
TABLA DE CUMPLIMIENTO GENERAL

	ILUMINANCIA	REFLEXION PLANO DE TRABAJO	REFLEXION PARED
CUMPLE	31	32	21
NO CUMPLE	1	0	11
TOTALES	32	32	32
CUMPLE	97%	100%	66%
NO CUMPLE	3%	0%	34%

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

Conforme a la toma de lecturas de iluminación realizada, se determino que el centro de trabajo inspeccionado, presento un cumplimiento de los niveles mínimos de iluminación, de acuerdo con la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo” en lo correspondiente a “plano de trabajo” se cumple con un 97% como se observa en la grafica 13.

**CUMPLIMIENTO GENERAL
DE ILUMINANCIA EN PLANO DE TRABAJO**



Gráfica 13

En lo que respecta al cumplimiento de los niveles máximos permisibles de reflexión en plano de trabajo y de acuerdo con la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”, el centro de trabajo cumplió con un 100% como se muestra en la grafica 14.

**CUMPLIMIENTO GENERAL
DE RELEXIÓN EN PLANO DE TRABAJO**

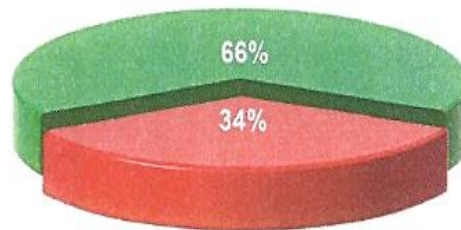


Gráfica 14

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

Con respecto a los niveles máximos permisibles de reflexión en paredes, y de acuerdo con la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”, la central Hidroeléctrica Bombana cumple en un 66% como se muestra en la grafica 15.

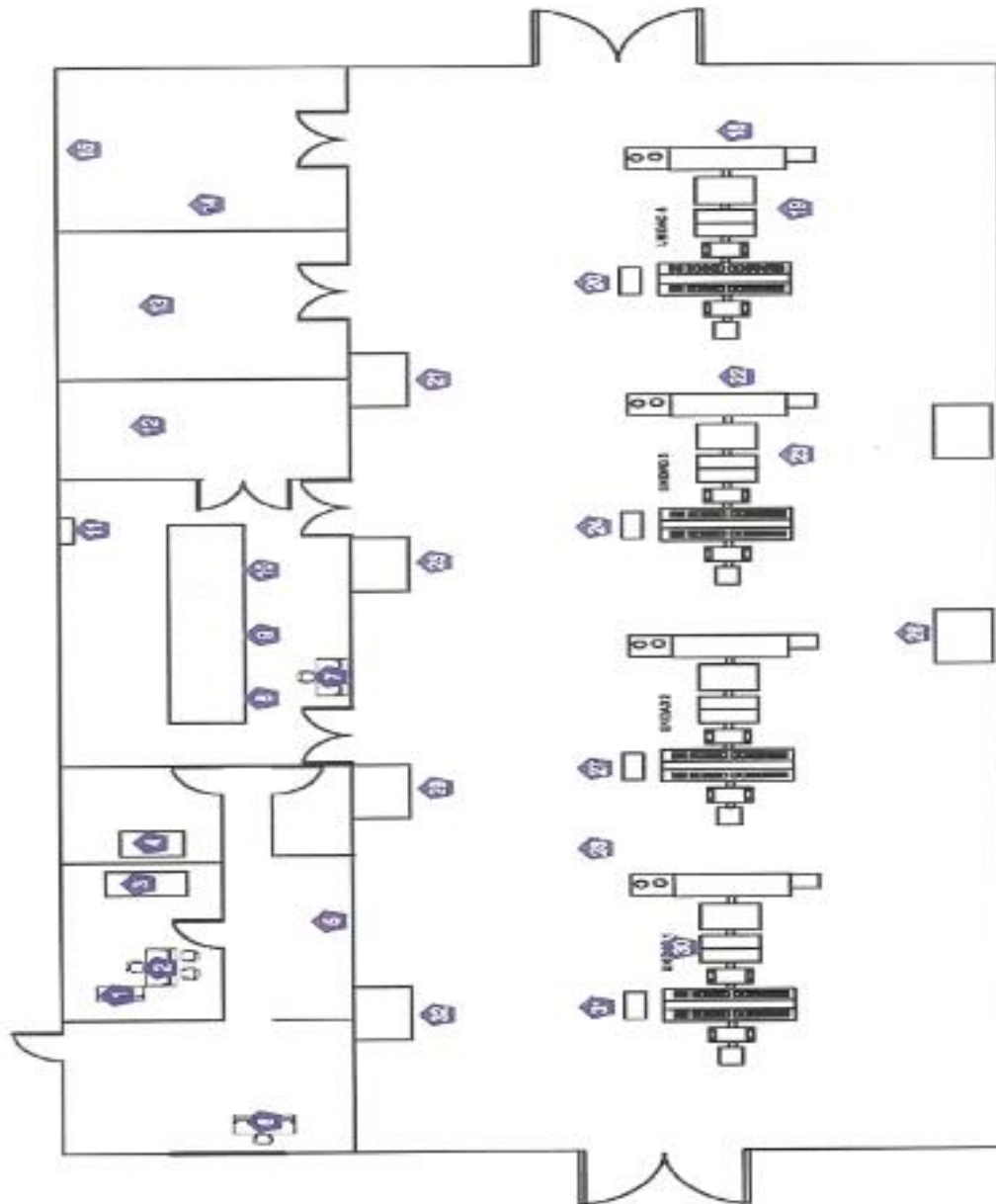
**CUMPLIMIENTO GENERAL
DE REFLEXIÓN EN PARED**



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

40.- LOCALIZACION DE PUNTOS DE MEDICION OFICINAS, CASA DE MAQUINAS.

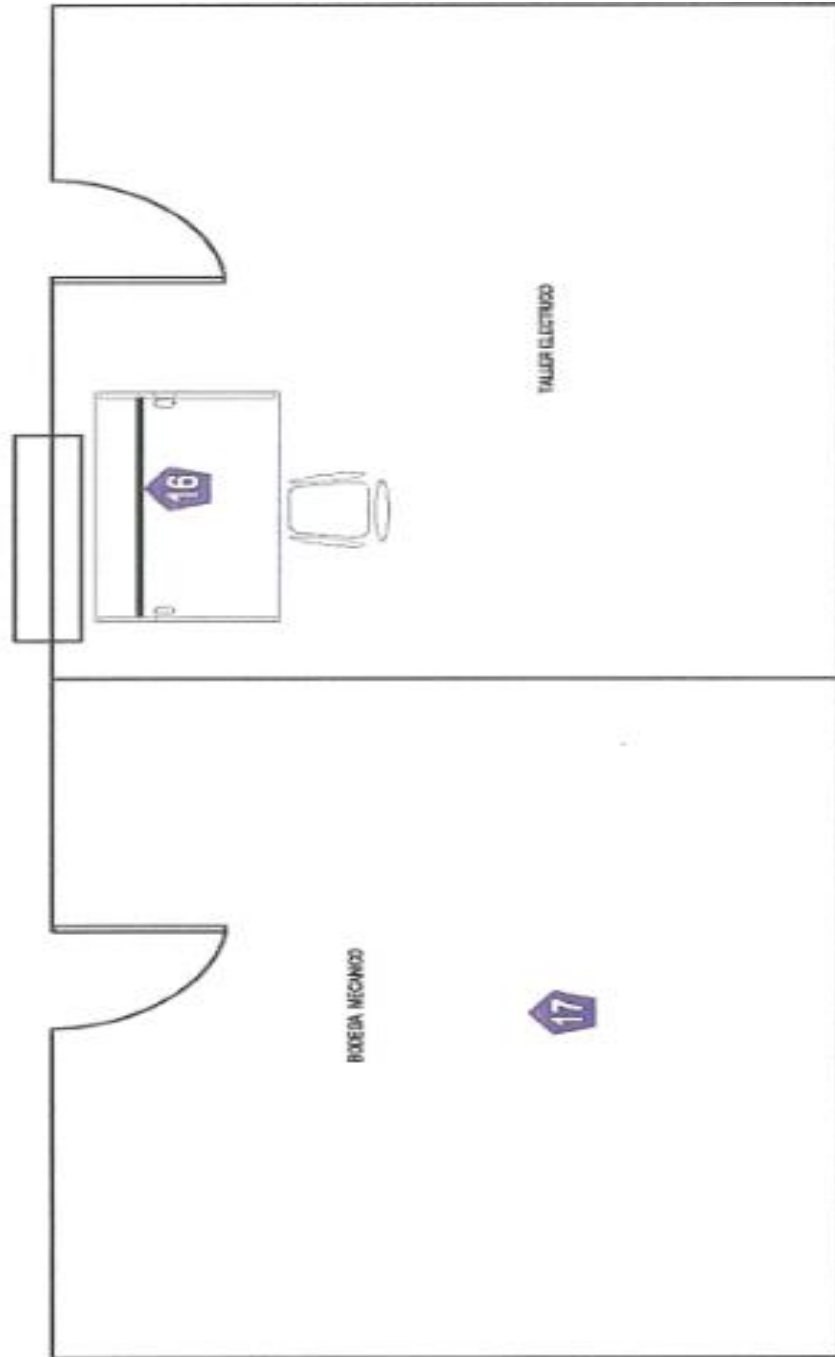
LOCALIZACION DE PUNTOS DE MEDICION DE ILUMINACION
CONFORME A LA NORMA STPS-2003
C.H. BOMBANA



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA

41.-BODEGA MECANICO Y TALLER ELECTRICO.

LOCALIZACION DE PUNTOS DE MEDICION DE ILUMINACION
CONFORME A LA NOM-025-STPS-2008
C.H. BOMBANA



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

CAPITULO IV

42.- EVALUACION DE LA RED DE TIERRA DE LA C.H. BOMBANA

43.- INTRODUCCION

Los datos de la resistencia del suelo son el factor clave en el diseño de un sistema de aterramiento para un objetivo de funcionamiento específico. Todo suelo conduce corriente eléctrica, con algunos suelos teniendo una buena conductividad eléctrica mientras que la mayoría tiene conductividad eléctrica inferior.

La resistencia del suelo varía extensamente en el mundo entero y cambia dramáticamente dentro de áreas pequeñas. La resistencia del suelo es influenciada principalmente por el tipo de tierra (arcilla, pizarra, etc.), contenido de agua, la cantidad de electrolitos (los minerales y sales disueltas) y finalmente, la temperatura.

Al diseñar un sistema de aterramiento para un objetivo de funcionamiento específico, es necesario medir exactamente la resistencia del suelo del sitio donde el sistema de aterramiento será el mínimo instalado. El diseño del sistema de aterramiento en la C.H. BOMBANA es de gran importancia para la protección de equipos instalados en dicha central, y para la seguridad del personal que se encuentra operando en ella.

44.- ALCANCE

Este documento presenta la teoría, metodología y las pruebas aplicadas al sistema de red de tierra de la C.H. BOMBANA de acuerdo a la **NOM- STPS- 022- 1999**. También explica el uso de los datos de la resistencia del suelo en el sistema de aterramiento para cumplir los requerimientos de funcionamiento específicos.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

45.- JUSTIFICACION

Los sistemas eléctricos conectados a tierra generalmente presentan algunas debilidades, entre las cuales se puede contar con la sensibilidad a los cambios bruscos en las condiciones de operación, es decir, las perturbaciones en la alimentación eléctrica a los fenómenos eléctricos transitorios.

Para evitar y atenuar la peligrosidad de estas perturbaciones en la vida y funcionamiento de los equipos eléctricos, se provee la estabilidad, continuidad de funcionamiento y la protección de los equipos con dispositivos que eviten el ingreso de estos transitorios a los sistemas en fracciones de segundo y sean dispersados por una ruta previamente asignada como es el **SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**; siendo el primer dispositivo protector no solo de los equipos eléctricos, sino también de la vida humana.

Se tiene como expectativa que un sistema o puesta a tierra en general, posea suficiente capacidad de dispersión de determinados valores de corriente hacia el suelo, sin permitir que los potenciales en la superficie de este, tengan niveles peligrosos para la seguridad del personal que labora en la **C.H. BOMBANA** y a la vez se asegure la operación a las instalaciones contra descargas atmosféricas.

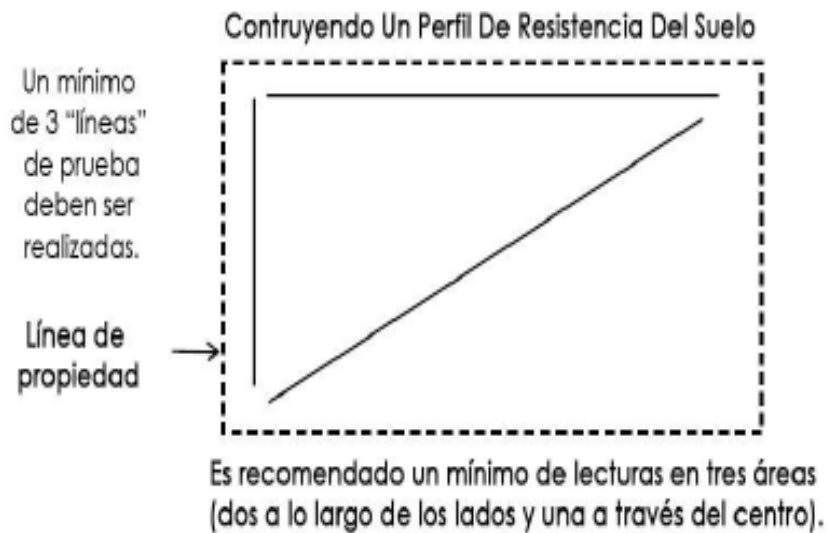
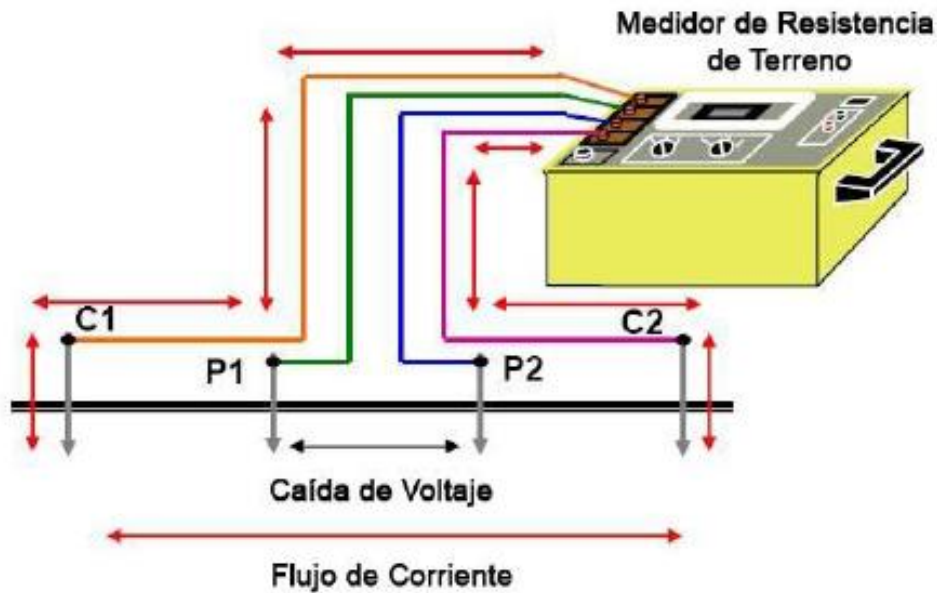
46.- METOS DE PRUEBA (EQUIPO REQUERIDO)

- Probador de resistencia de la tierra de cuatro puntas
- Como mínimo 4 puntas de prueba
- Cuatro conductores aislados del alambre
- Cinta de medición
- Martillo para conducir las puntas de prueba.
- Manual del usuario para el medidor.
- Botas
- Guantes
- Casco

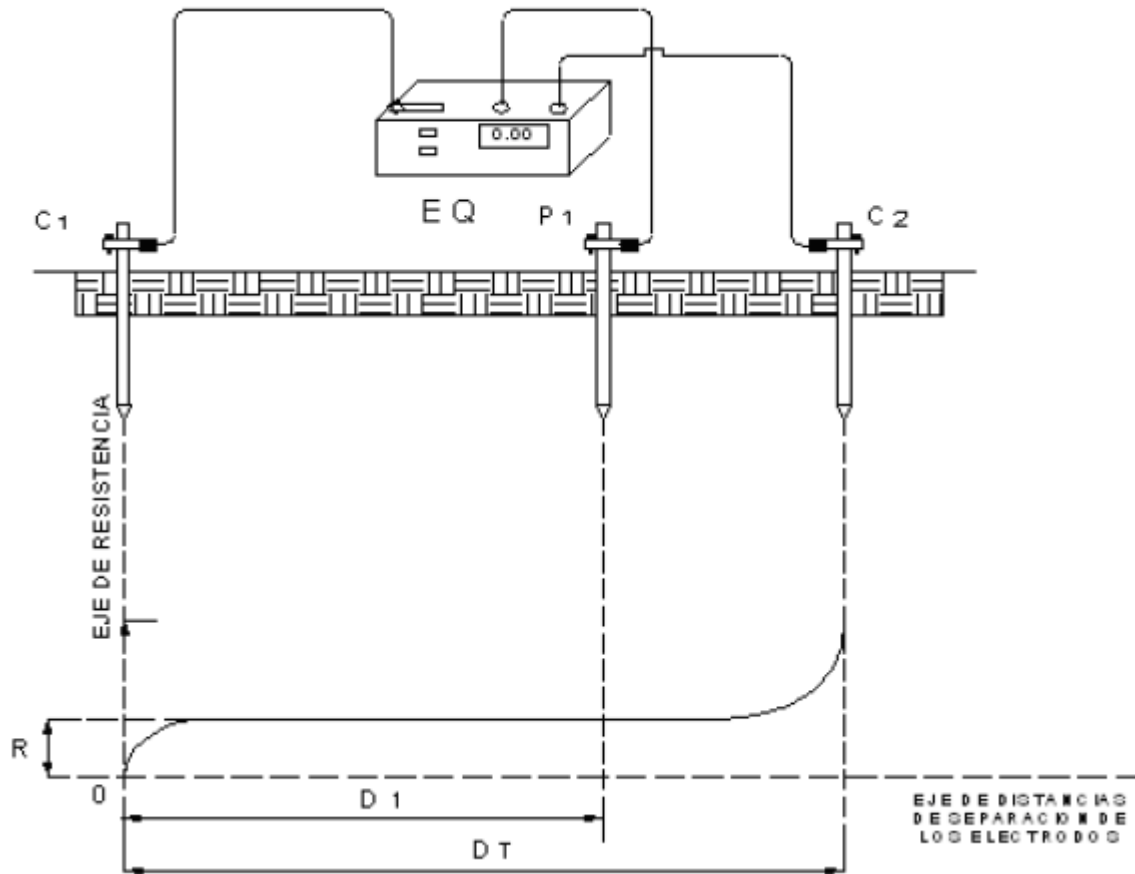
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

47.- DIAGRAMA PARA EL PRINCIPIO DE OPERACIÓN.

Figure 1-1: Principio de Operación



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**



- a) Medidor de resistencia a tierra para medir la resistencia de la red a tierra, con una frecuencia entre 90 y 200 Hertz.
- b) Óhmetro, o multímetro para medir la continuidad de las conexiones a tierra.
- c) Ajustar a cero la aguja del instrumento de medición analógico o verificar que la fuente de poder del equipo digital tenga suficiente energía para realizar el conjunto de mediciones, y comprobar la ausencia de tensión eléctrica en el sistema antes de efectuar la medición. En cualquier caso, constatar que el equipo de medición tenga el registro vigente de calibración.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

- d) La aplicación de este medio, consiste en hacer circular una corriente entre los electrodos: uno llamado C1 (que corresponde a la red de puesta a tierra) y un segundo electrodo auxiliar C2, mismo que se introduce al terreno a una distancia mínima de 20 metros. Para realizar la primera medición se introduce en el terreno un tercer electrodo auxiliar denominado P1, a un metro de distancia entre el electrodo bajo prueba C1 y el electrodo auxiliar C2. El segundo punto de medición se debe realizar desplazando el electrodo auxiliar P1 de manera radial a 3 metros de la primera medición y en dirección al electrodo auxiliar C2, los siguientes puntos de medición se desplazaran cada 3 metros hasta complementar 19 metros.
- e) El valor de la resistencia de la red de puesta a tierra, es el que se obtiene en la intersección del eje de la resistencia con la parte paralela de la grafica al eje de las distancias.
- f) Si la curva no presenta un tramo paralelo, quiere decir que la distancia entre los electrodos C1 y C2 no es suficiente, por lo que el electrodo C2 debe alejarse de la red de puesta a tierra.
- g) Los valores de la resistencia de la red de puesta a tierra que se obtengan en esta prueba, deben estar comprendidos entre **0 y 25 ohms para el sistema de pararrayos, y tener un valor no mayor a 10 ohms para la resistencia de la red de puesta a tierra**, con objeto de drenar a tierra las corrientes generadas por las descargas eléctricas estáticas.

48.- DESARROLLO

MALLAS DE TIERRA Y SU PROPOSITO

La malla de tierra es un sistema de conductores desnudos con espacios estrechos que permiten conectar los equipos que componen un sistema eléctrico a un medio de referencia como lo es la tierra.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

49.- PROPÓSITO DE LA MALLA DE TIERRA

En general, para lograr un correcto desempeño y seguridad contra el riesgo de accidentes fatales, las mallas de tierra tienen los siguientes propósitos:

- a) Proporcionar protección a los seres vivos contra el contacto accidental con partes metálicas que estén energizadas es una instalación, asegurar la operación de las protecciones.
- b) Proteger las instalaciones, permitiendo la conducción a tierra las descargas atmosféricas.
- c) Uniformar el potencial en toda el área de la instalación, previniendo contra incidentes peligrosos que puedan surgir durante una falla eléctrica.

ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN UNA MALLA DE TIERRA

1. Electrodos o varillas (varillas copperweld).
2. Conductor de tierra
3. Conductores de protección.
4. Conductores de servicio.
5. Conexiones.

50.- CONEXIÓN A TIERRA DE LOS EQUIPOS ELECTRICOS

La malla de tierra construida debajo del terreno donde se encuentra instalada una subestación, deben conectarse las siguientes partes del sistema:

1. El neutro de los transformadores de potencia
2. Los pararrayos
3. Las carcasas metálicas de los equipos eléctricos, ya que sean estos: transformadores de potencia, transformadores de medida, interruptores, banco de capacitores, motores, etc.
4. Estructura de los tableros de distribución de alumbrado y fuerza.
5. Soportes metálicos de cuchillas desconectadoras, aisladores de soporte, mallas de protección, etc.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

TABLA DE VALORES PARA LA RED DE TIERRA EN SUBESTACION

Tabla 1. 1. Valores de resistencia de puesta a tierra en subestaciones	
Denominación	Resistencia de tierra
Subestaciones de transmisión y subtransmisión	1 Ω o menos
Subestaciones de distribución pequeñas	desde 1 Ω hasta 5 Ω

Tabla 1. 2. Dimensiones de los electrodos de tierra o varillas copperweld	
Diámetro [mm]	Largo [m]
15,88 (5/8")	2,44 (8 pies)
19,05 (3/4")	3,05 (10 pies)

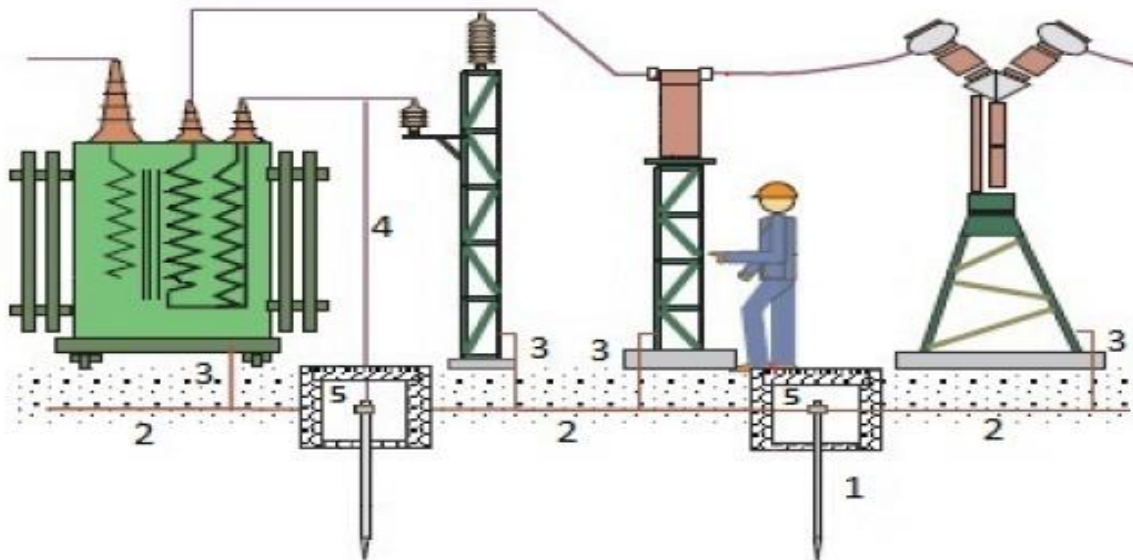


Fig. Elementos que constituyen una malla de tierra

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

51.- CONDUCTOR A TIERRA

En la malla de tierra se debe usar un conductor de cobre y solo cuando sea necesario se podrá usar aluminio. En cualquier caso la sección del conductor de tierra se calcula dividiendo la corriente máxima entre la densidad de corriente del material usado, es decir:

$$S = \frac{I}{\delta} [4]$$

Dónde:

S =Es el calibre del conductor [mm^2].

I =Es la corriente máxima de falla a tierra [A].

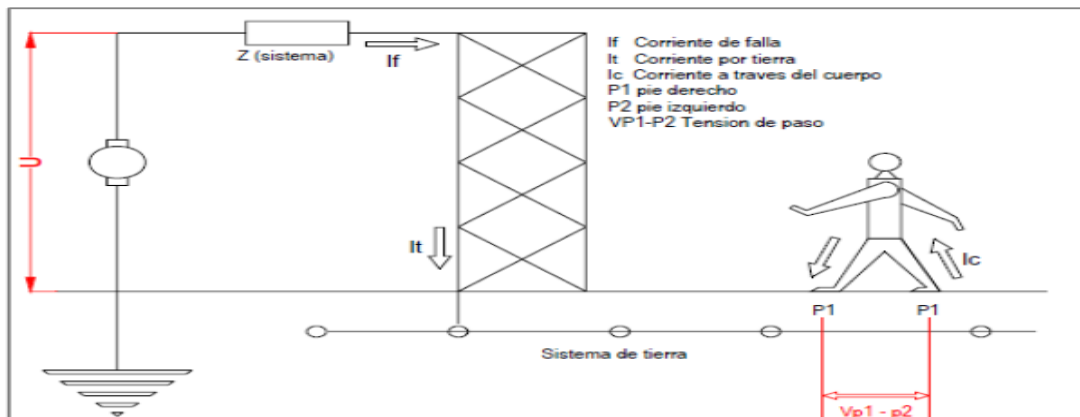
δ = Es la densidad de corriente del material usado [A/mm^2].

Tabla 1. 3. Calibre recomendados de conductores de cobre para mallas de tierra.	
Corriente máxima de falla a tierra en [A]	Calibre AWG o MCM
Hasta 400	1/0
De 400 a 5000	2/0
De 5001 a 7000	3/0
De 7001 a 8500	4/0
De 8501 a 10000	250
De 10001 en adelante	500

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA

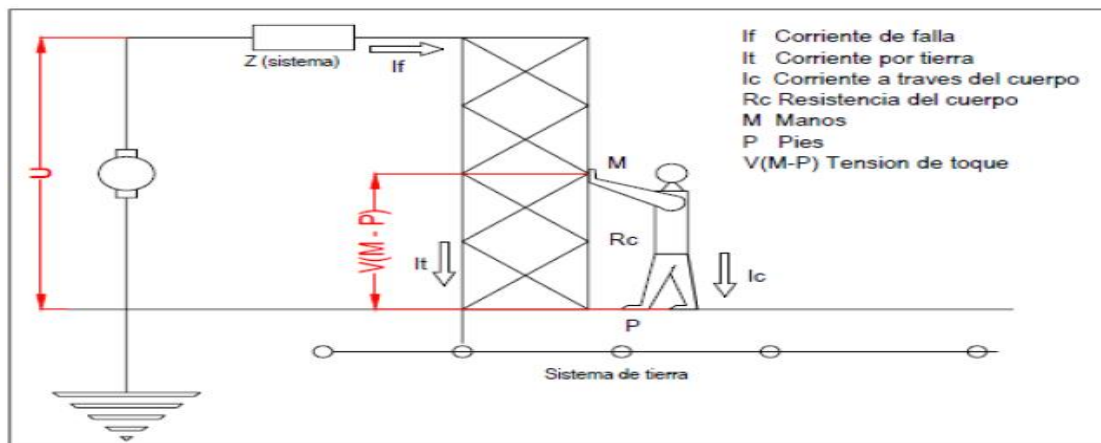
52.- TENSION DE PASO NOM- STPS- 022- 1999

De acuerdo a la norma **NOM- STPS- 022- 1999** la tensión de paso es la diferencia de potencial en la superficie terrestre que experimenta una persona a una distancia de un metro con el pie sin tener contacto con cualquier objeto aterrizado, ver fig.



53.- TENSION DE CONTACTO NOM- STPS- 022- 1999

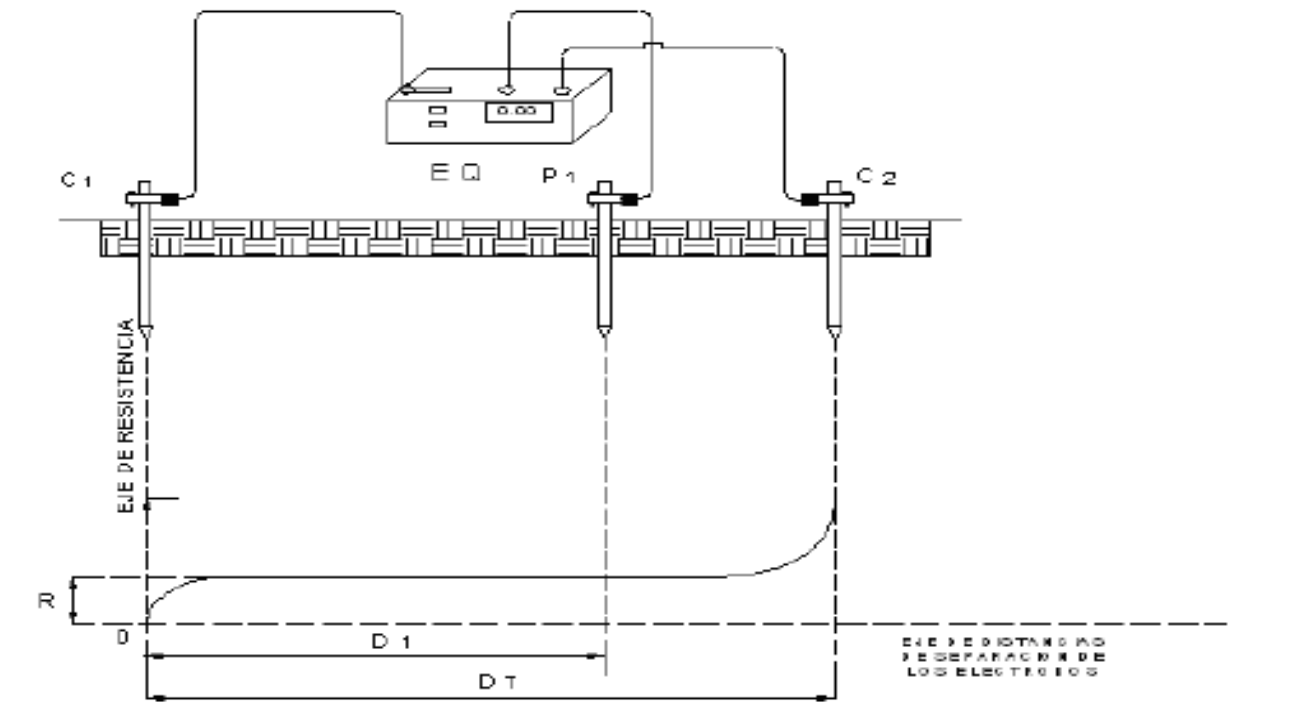
Es la diferencia de potencial entre el aumento de potencial de la tierra y el potencial de la superficie en un punto donde una persona se encuentra de pie y al mismo tiempo tenga una mano en contacto con una estructura aterrizada.



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

**54.- VALORES MAXIMOS ADMISIBLES EN TENSION DE PASO Y DE CONTACTO NOM-
STPS-022-1999.**

- Ajustar a cero la aguja del instrumento de medición analógico o verificar que la fuente de poder del equipo digital tenga suficiente energía para realizar el conjunto de mediciones, y comprobar la ausencia de tensión eléctrica en el sistema antes de efectuar la medición. En cualquier caso, constatar que el equipo de medición tenga el registro vigente de calibración;
- La aplicación de este método, consiste en hacer circular una corriente entre dos electrodos: uno llamado c_1 (que corresponde a la red de puesta a tierra) y un segundo electrodo auxiliar c_2 , mismo que se introduce al terreno a una distancia mínima de 20 metros. Para realizar la primera medición se introduce en el terreno un tercer electrodo auxiliar denominado p_1 , a un metro de distancia entre el electrodo bajo prueba c_1 y el electrodo auxiliar c_2 . El segundo punto de medición se debe realizar desplazando el electrodo auxiliar p_1 de manera radial a 3 metros de la primera medición y en dirección al electrodo auxiliar c_2 , los siguientes puntos de medición se desplazarán cada 3 metros hasta complementar 19 metros;
- Con los valores registrados se debe elaborar una gráfica similar a la que se ilustra en la parte inferior de la figura 1;
- El valor de la resistencia de la red de puesta a tierra, es el que se obtiene en la intersección del eje de resistencia con la parte paralela de la gráfica al eje de las distancias;
- Si la curva no presenta un tramo paralelo, quiere decir que la distancia entre los electrodos c_1 y c_2 no es suficiente, por lo que el electrodo c_2 debe alejarse de la red de puesta a tierra, y
- Los valores de la resistencia de la red de puesta a tierra que se obtengan en esta prueba, deben estar comprendidos entre 0 y 25 ohms para el sistema de pararrayos, y tener un valor no mayor a 10 ohms para la resistencia de la red de puesta a tierra, con objeto de drenar a tierra las corrientes generadas por las cargas eléctricas estáticas.



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

55.- RESULTADOS DE EVALUACION DE RED DE TIERRA DE LA C.H. BOMBANA.

**TABLA DE RESULTADO DE LAS MEDICIONES EN (Ω) DE
LA C.H. BOMBANA**

N° DE REGISTRO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA EN Ω	CONTINUIDAD
1	CASA DE MAQUINAS	RED DE TIERRA DE CASA MAQUINAS U-1, U-2, U-3, U-4.	1.70	SI
2	CASETA DE VIGILANCIA	RED DE TIERRA DE LA CASETA	3.70	SI
3	BANCO DE BATERIAS	RED DE TIERRA SALA DE BANCO DE BATERIAS	1.90	SI
4	SUBESTACIÓN	TRANSFORMADORES	1.03	SI
5	SUBESTACION	APARTARRAYOS	1.02	SI
6	TABLEROS	T,CS, TPS, TABLERODE OPERACION	1.40	SI

CFE

COMISIÓN FEDERAL
DE ELECTRICIDAD



SUBDIRECCION DE GENERACION
Sistema Integral de Gestión

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

ANEXOS

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA

MANTENIMIENTO MAYOR U-1 C.H. BOMBA



CFE

COMISIÓN FEDERAL
DE ELECTRICIDAD



SUBDIRECCION DE GENERACION
Sistema Integral de Gestión

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**



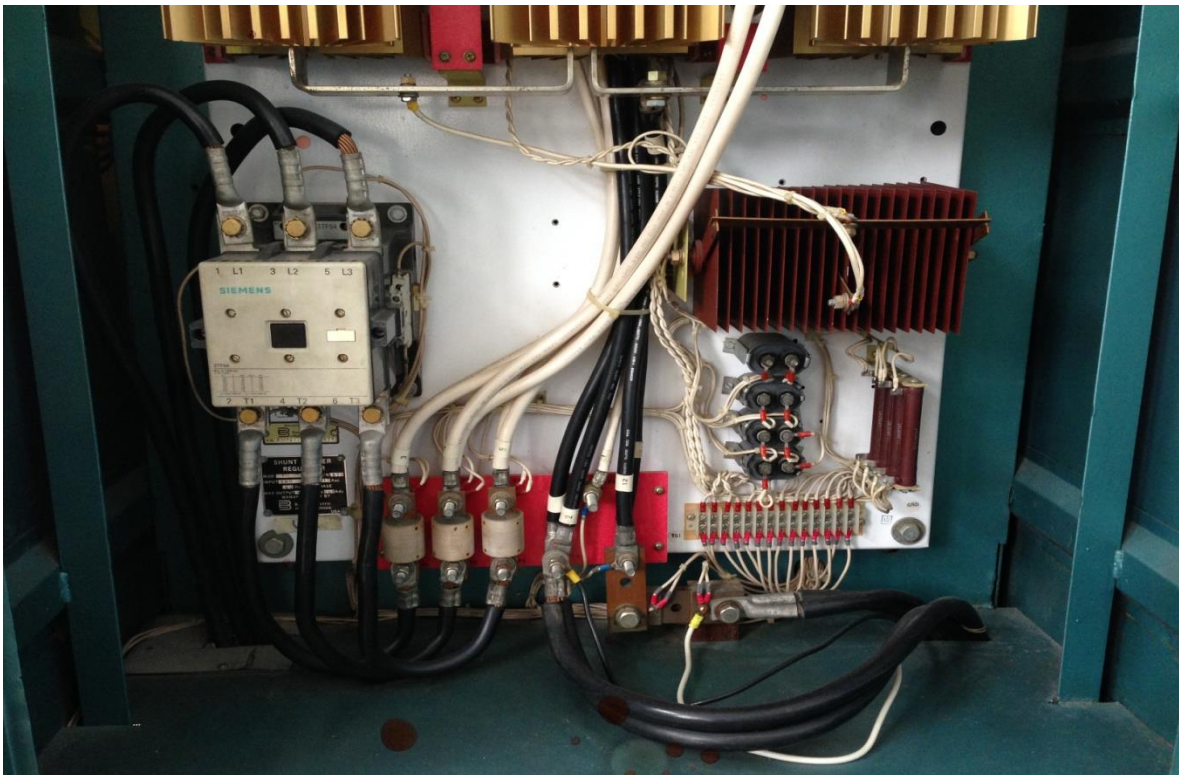
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**



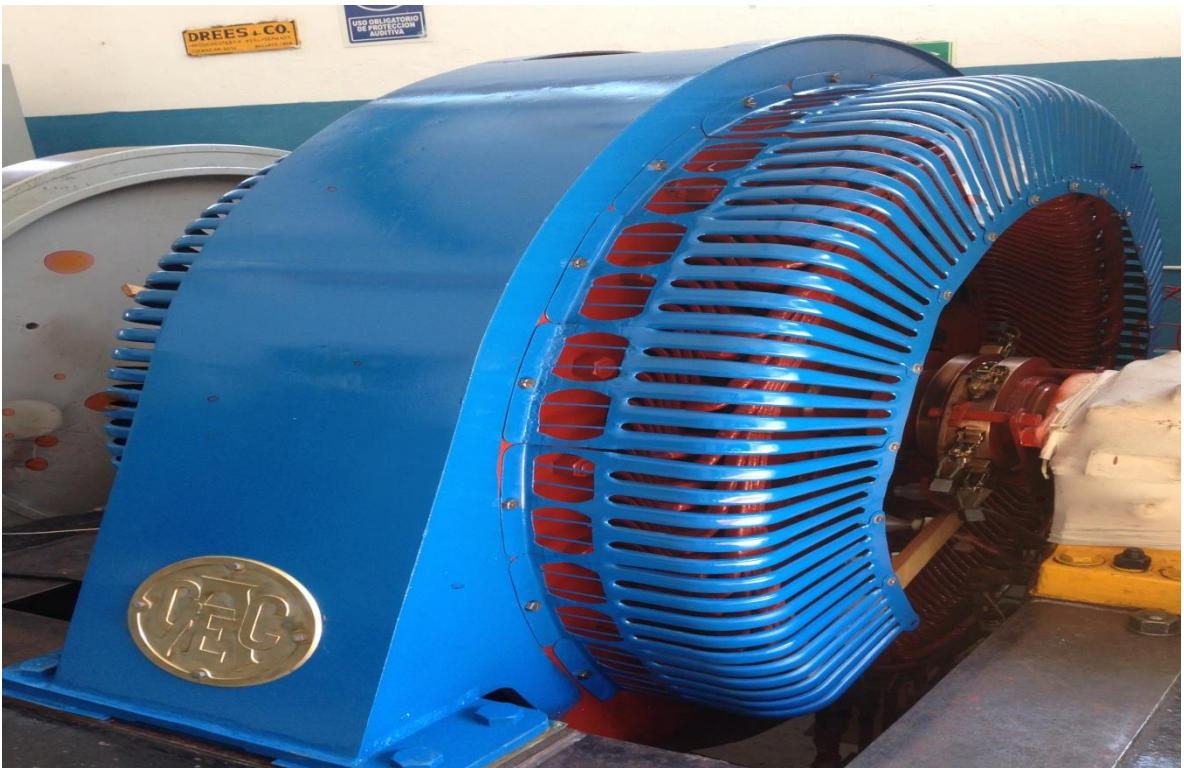
CFE

COMISIÓN FEDERAL
DE ELECTRICIDAD



SUBDIRECCION DE GENERACION
Sistema Integral de Gestión

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

ORDENES DE TRABAJO

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA
CENTRAL HIDROELECTRICA BOMBANA

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MAYOR UNIDAD No. 2

AÑO: 2015

PROGRAMADO: 30
REAL: 30

EQUIPO DE SEGURIDAD OBLIGATORIO
CASCO: _____ GAFAS: _____
BOTAS: _____ GUANTES: _____

LICENCIA No. _____
REGISTRO No. _____
FECHA INICIO: 30 DE MARZO DEL 2015
CHA TERMINO: 28 DE ABRIL DEL 2015
0-2153-SG02-R-01

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MARZO							ABRIL																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28							
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M					

VALVULA ESFERICA O DE COMPUERTA	
1 CIERRE DE COMPUERTA Y EFECTUAR MANIOBRAS DE ACHIQUE	P R
2 DESMONTAJE DE LA VALVULA ESFERICA O DE COMPUERTA	P R
3 COLOCAR BRIDA CIEGA EN TUBERIA DE PRESION.	P R
4 ABRIR COMPUERTA Y LLENAR TUBERIA DE PRESION VERIFICANDO FUGAS.	P R
5 INSPECCION Y MANTENIMIENTO GENERAL A VALVULA ESFERICA (REGENERAR PARTES CON DESGASTE)	P R
6 MANTENIMIENTO DE VALVULAS Y TUBERIA DE BY-PASS	P R
7 MANTENIMIENTO A ACTUADOR DE LA VALVULA	P R
8 MONTAR VALVULA ESFERICA	P R
9 VERIFICAR HERMETICIDAD AL CIERRE	P R

TURBINA	
10 DESMONTAJE DE CARCAZA	P R
11 INSPECCION Y MANTENIMIENTO GENERAL AL RODETE.	P R
12 INSPECCION Y MANTENIMIENTO GENERAL A CARACASA DE LA TURBINA	P R
13 INSPECCION GENERAL DEL ESTOPERO	P R
14 TAPAR TURBINA	P R

Página 1

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

ELECTRICO	
GENERADOR	
42	DESCONECTAR CABLES DE POTENCIA, NEUTRO DEL GENERADOR, T.P. T'0', TRANSFORMADORE INTERRUPTOR
	P
	R
43	PRUEBAS DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO AL GENERADOR, TP', TC' Y CABLES DE POTENCIA
	P
	R
44	DESMONTAR TOLVAS DEL GENERADOR
	P
	R
45	MANTENIMIENTO GENERAL A ROTOR Y ESTATOR
	P
	R
46	SECADO DEL GENERADOR
	P
	R
47	PRUEBAS FINALES DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO AL GENERADOR, TP', TC' Y CABLES DE POTENCIA
	P
	R
48	LIMPIEZA GENERAL DE TRINCHERAS DE CABLES
	P
	R
49	MONTAJE DE TOLVAS DEL GENERADOR
	P
	R
50	CONECTAR CABLES DE POTENCIA, NEUTRO DEL GENERADOR, T.P. T'0', TRANSFORMADORE INTERRUPTOR
	P
	R
SISTEMA DE EXCITACIÓN	
51	DESMONTAJE DE ANILLOS ROZANTES Y PORTAESCOBILLAS
	P
	R
52	VERIFICAR ESTADO DE CARBONES Y PORTAESCOBILLAS
	P
	R
53	MANTENIMIENTO AL REGULADOR DE TENSION
	P
	R
54	MANTENIMIENTO A GABINETE DE EQUIPO DE EXCITACIÓN ESTÁTICA
	P
	R
55	MONTAJE DE ANILLOS ROZANTES Y PORTAESCOBILLAS
	P
	R
56	PRUEBA DE APERTURA Y CIERRE DE QUEBRADORA DE CAMPO
	P
	R
TABLERO LOCAL DE CONTROL	
57	DESMONTAJE DE EQUIPOS DE CONTROL EN TABLERO
	P
	R
58	MANTENIMIENTO A EQUIPOS DE CONTROL EN TABLERO
	P
	R
59	MANTENIMIENTO A EQUIPOS ESQUEMA DE PROTECCIONES
	P
	R
60	MONTAJE DE EQUIPOS DE CONTROL EN TABLERO
	P
	R
TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
61	PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA
	P
	R
62	PRUEBA DE RELACION DE TRANSFORMACION
	P
	R
63	PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO AL TRANSFORMADOR
	P
	R



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
**EVALUACION DEL EQUIPO PRIMARIO, REDES DE TIERRA Y SISTEMA DE
ILUMINACION DE LA C.H. BOMBANA**

C.F.E. C. H. BOMBANA

ORDEN DE TRABAJO PARA MANTENIMIENTO
"USA TU EQUIPO DE SEGURIDAD"

RUTINARIO EQUIPO AUXILIAR MAYOR

FALLA CAJENA
UNIDAD EQUIPO ALOC. INSTALACIONES

<ul style="list-style-type: none"> 1. TURBINA 2. VÁLVULA ESFÉRICA 3. VÁLVULA COMPLETA 4. CHECKER 5. REFLECTOR 6. SERVOMECANISMO POTENCIA 7. REGULADOR DE VELOCIDAD 8. CHUMACERAS 9. COMPRESORES 10. COMPUERTAS 	<ul style="list-style-type: none"> 1. GENERADOR 2. EXCITACION 3. REG. VOLTAGE 4. TABLEROS 5. PROTECCIONES 6. BANCO BATERIAS 7. INTERRUPTOR 8. TRANSFORMADOR 9. SUBESTACION 10. ALUMBRADO 	<ul style="list-style-type: none"> 1. OBRA DE TOMA 2. CANAL DE COND. 3. TANQUE REGUL. 4. SIPON 5. T. PRESION 6. CIMAQUEDAS 7. CALIBRAMENTO 8. CAMINOS
--	--	---

LICENCIA_0162___ REGISTRO_0153_____

LOCAL

SUBAREA

AUTORIZA ING. EDUARDO F. OROPEZA TREJO
SUPERINTENDENTE CH. BOMBANA

FECHA INICIO ACTIVIDAD

24	FEBRERO	2015
----	---------	------

ORDEN A ENCARGADO DE MANTENIMIENTO: **MANTENIMIENTO ELECTRICO**

DESCONECTAR CABLES DE POTENCIA, NEUTRO DEL GENERADOR, T.P., T.C.,
TRANSFORMADOR E INTERRUPTOR

MATERIAL, REFACCIONES O EQUIPO UTILIZADO	CANTIDAD
_____	_____
_____	_____
_____	_____

ACTIVIDAD TERMINADA	FIRMA	HORAS N E	ALIMENTOS	OBSERVACIONES
E _____	_____	_____	_____	_____
A _____	_____	_____	_____	_____
A _____	_____	_____	_____	_____

ACTIVIDADES REALIZADAS

O-2153-SG01-R-01

