



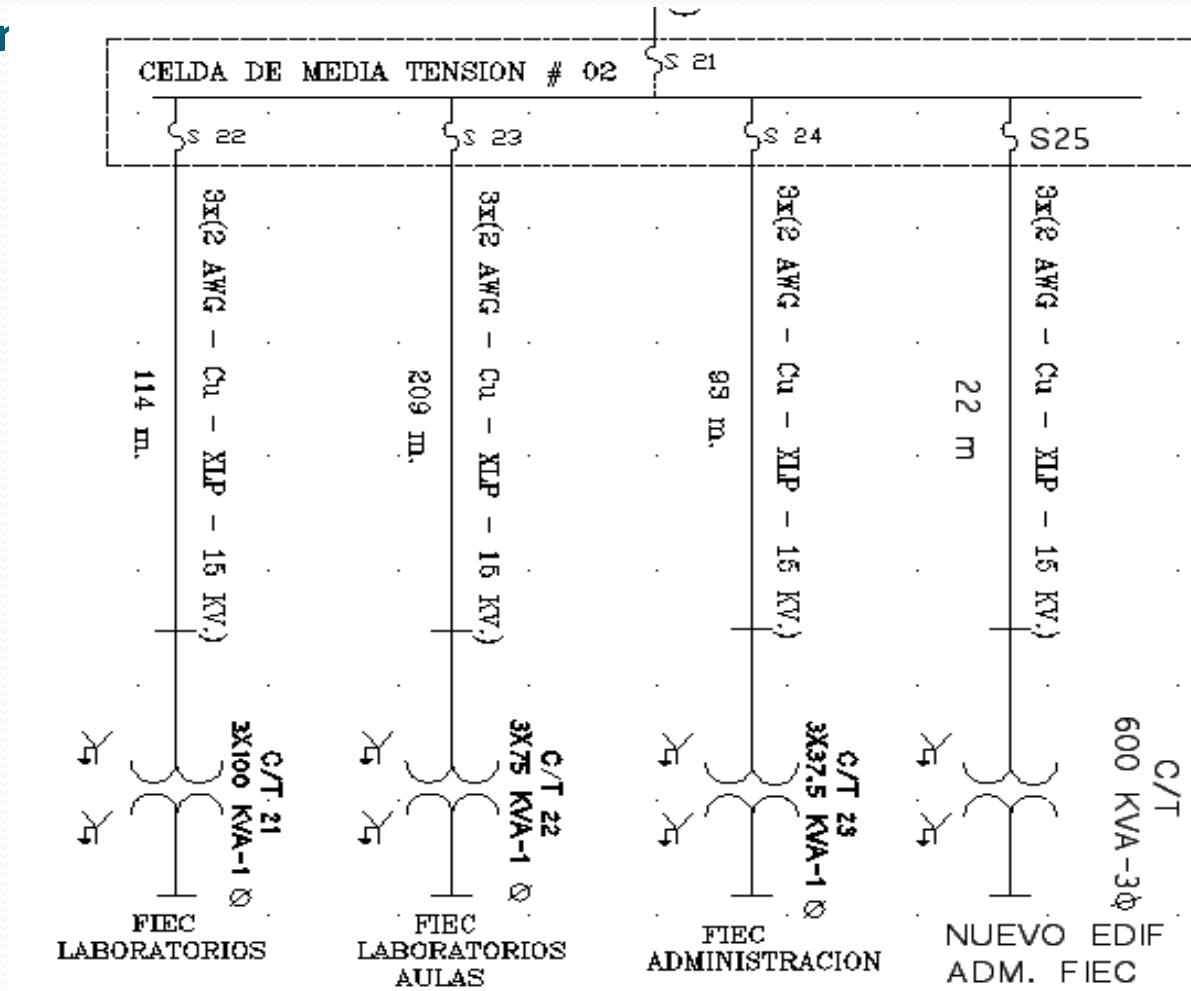
# ANALISIS DE PELIGROS Y PUNTOS DE CONTROL CRITICOS EN SUBESTACIONES ELECTRICAS EN BAJA TENSION DE LA FIEC

## Descripción e Identificación del Escenario de Investigación

El escenario donde se va a desarrollar el análisis de esta investigación lo constituyen todos los cuartos de la FIEC que alojan bancos de transformadores, los mismos que los llamaremos subestaciones eléctricas en baja tensión.

Otro escenario serán el transformador trifásico tipo “Padmounted” y su respectivo cuarto distribuidor de energía

# Diagrama unifilar de conexión entre celda de media tensión y las subestacion



## Subestación Eléctrica “C/T 23”

Localizada justo atrás del ex–edificio de gobierno y administración de la FIEC frente al parqueadero de profesores, siendo independiente de alguna otra estructura

Esta S/E cuenta con las siguientes características:

Banco de 3 transformadores  $1\emptyset$  marca “Westinghouse” de potencia 37.5 KVA cada uno.

Conexión Y – Y aterrizado

13800 / 220 – 127 V  $3\emptyset$

Potencia total del banco de transformadores de 112.5 KVA

Breaker principal del tablero de distribución de 350A - 3 polos.

2 tableros de distribución junto con caja porta breaker para el nuevo comedor de la FIEC.

Transformador de corriente.

## Subestación Eléctrica "C/T 23"

Cuenta con conductores de interconexión en alta y en baja tensión para la distribución de energía hacia los tableros de distribución.

Características	Dato de instalación actual
-----------------	----------------------------

Altura	3.37metros
--------	------------

Paredes	Bloques de hormigón
---------	---------------------

Piso	Losa de hormigón armado
------	-------------------------

Cubierta	Losa de hormigón armado
----------	-------------------------

	Rejillas de ventilación
--	-------------------------

frontal :	2.04m largo x 0.49m ancho
-----------	---------------------------

posterior :	3.25m largo x 0.49m ancho
-------------	---------------------------

lateral :	(5m largo x 0.49m ancho) x 2
-----------	------------------------------

Dimensiones Puerta :	2.10m de alto x 0.98m de ancho.
----------------------	---------------------------------

	Puerta de plancha metálica
--	----------------------------





## Subestación Eléctrica "C/T 21"

Ubicada contiguo al laboratorio de sistemas de potencia y frente al laboratorio de electrónica de potencia

Características                      Dato de instalación actual

Altura                                      3.44 metros

Paredes                                    Bloques de hormigón

Piso                                        Losa de hormigón armado

Cubierta                                  Losa de hormigón armado

Rejillas de ventilación lateral: 3.22m largo x 0.60m ancho

Dimensiones Puerta    2.10 m de alto x 1.0m de ancho.

Puerta de plancha metálica

## Subestación Eléctrica "C/T 21"

Esta S/E cuenta con las siguientes características:

3 Transformadores 1Ø marca "Westinghouse" de potencia 100 KVA cada uno.

Conexión Y - Y aterrizado

13800 / 220 - 127 V 3Ø

Potencia total del banco de transformadores de 300 KVA

Breaker principal del tablero de distribución de 800A - 3 polos.

1 tablero de distribución.

1 caja porta breaker 3 polos 200 A

Transformador de corriente.



## Tablero de Distribución de Subestación Eléctrica "C/T 21"



## Subestación Eléctrica "C/T 22"

Ubicada junto al laboratorio de redes eléctricas y a los baños, por los alrededores se encuentra la FEPOL abasteciendo de energía a los laboratorios de redes eléctricas, automatización, electrónica, sistemas digitales, robótica, comunicaciones y aulas de cátedra

Características	Dato de instalación actual
Altura	4.5 metros
Paredes	Bloques de hormigón
Piso	Losa de hormigón armado
Cubierta	Losa de hormigón armado
	Rejillas de ventilación
	frontal: 1.80m largo x 0.63m ancho
	1.60m largo x 0.63m ancho
	Lateral: 3.0m largo x 0.63m ancho
Dimensiones puerta	2.10 m de alto x 0.98m de ancho.
	Puerta de plancha metálica



## Subestación Eléctrica "C/T 22"

Esta S/E cuenta con las siguientes características:

3 Transformadores 1Ø marca "Westinghouse" de potencia 75 KVA cada uno.

Conexión Y - Y aterrizado

13800 / 220 - 127 V 3Ø

Potencia total del banco de transformadores de 225 KVA

Breaker principal del tablero de distribución de 800A - 3 polos.

1 tablero de distribución, 1 transformador 20kva.

## Tablero de distribución de Subestación Eléctrica "C/T 22"





## Subestación Eléctrica Tipo Padmounted

Está ubicado entre la celda de media tensión y el nuevo edificio de gobierno de la FIEC

La energía eléctrica suministrada del transformador trifásico se reparte al cuarto de distribución ubicado al interior del edificio de la FIEC, en el mencionado cuarto existen 3 tableros de distribución eléctrica y un sistema de emergencia UPS.

Características	Dato de instalación actual
Altura	2.10 Metros
Paredes	Bloques de hormigón
Piso	Losa de hormigón armado
Cubierta	Losa de hormigón armado
Dimensiones	Puerta de cuarto de Distribución 2 m de alto x 1.60 m de ancho. Puerta de madera

## Subestación Eléctrica Padmounted

Esta S/E cuenta con las siguientes características:

- 1 transformador 3Ø marca "Ecuatran" de potencia 600KVA (intemperie).  
13800 / 220 - 127 V 3Ø.
- 3 tableros de distribución, además 1 UPS (40 Kva).
- Breaker principal del tablero de distribución de 2000A - 3 polos.

Los aspectos principales relacionados con la prevención de los peligros en las subestaciones eléctricas se deben evaluar en una guía o manual técnico de reparación y mantenimiento, de esta forma se proporciona condiciones y practicas seguras al trabajar al interior de ellas.

### **Inexistencia de sistemas de detección o extinción de incendios.**

Las tres subestaciones analizadas no cuentan con extintores de incendio o sensores de incendios. Debido a la falta de lo mencionado pueden existir riesgos de:

- Incendios de gran proporción.
- Daños a equipos eléctricos como consecuencia de incendios.
- Perdas materiales e inclusive humanas

### **Falta de manual de procedimiento de seguridad y equipo de protección personal.**

La no utilización de los mismos provocaría al personal de mantenimiento:

- Descargas eléctricas.
- Cortes o lesiones leves.



### **Falta de foso de recogida de aceite dieléctrico**

En la figura se muestra al banco de transformadores de la subestación eléctrica “C/T 21”, sobre cuarterones de madera; cabe recalcar que incumple con la norma del NEC 450-27(d), mencionada en el capítulo 4 sección 4.3.2 en la parte Normas o Estándares, donde expresa que los transformadores deben estar sobre una base de hormigón y contar con un foso recolector de aceite.

La falta de este foso para el aceite de los transformadores puede provocar:

- Posibles quemaduras.
- Contaminación del ambiente en la subestación.
- Incendios y daños a equipos eléctricos.

## Espacios de seguridad entre equipos incorrectos.

En la figura se aprecia claramente que los transformadores del “C/T 21” no cuentan con una separación de seguridad para brindar un correcto mantenimiento sin sufrir alguna consecuencia

La falta de espacio entre equipos puede provocar:

- Cortocircuitos y electrocución.
- Enganches entre la vestimenta del personal y equipos eléctricos al momento de realizar alguna labor.
- Dificultad para realizar su mantenimiento respectivo

## **Mal dimensionamiento en equipos de fuerza y control.**

El incorrecto dimensionamiento en equipos de fuerza y control puede provocar:

- Sobrecalentamiento en conductores.
- Cortocircuitos.

## **Deficiente sistema de puesta a tierra.**

La falta o el deficiente sistema de puesta a tierra pueden provocar:

- Corrientes indeseables.
- Tropiezos con posible electrocución del personal.



## Sobrecarga en terminales de baja tensión en transformadores.

La figura muestra un terminal de baja tensión de uno de los transformadores del "C/T 21" con demasiados conductores lo que puede provocar la presencia de puntos calientes y unidos a la deficiente ventilación inclusive dar inicio a un posible incendio.

Este fenómeno puede acarrear:

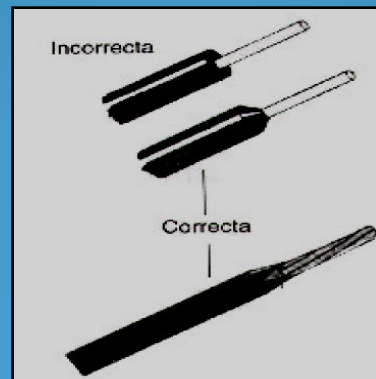
- Calentamiento en terminales de baja tensión.
- Deterioro prematuro de terminales de baja tensión de los transformadores.





## Retiro incorrecto de revestimiento exterior de conductores

La figura muestra como quedan los conductores luego de hacer un retiro incorrecto de su revestimiento, esto puede provocar un cortocircuito al realizar algún movimiento involuntario de los conductores



## Peligros debido al ambiente / lugar de trabajo.

### **Falta de limpieza**

La figura muestra una clara evidencia de la falta de limpieza en las subestaciones eléctricas ("C/T 22"), lo que puede provocar:

Enfermedades ambientales (alergias).

Presencia de roedores.

Deterioro de equipos

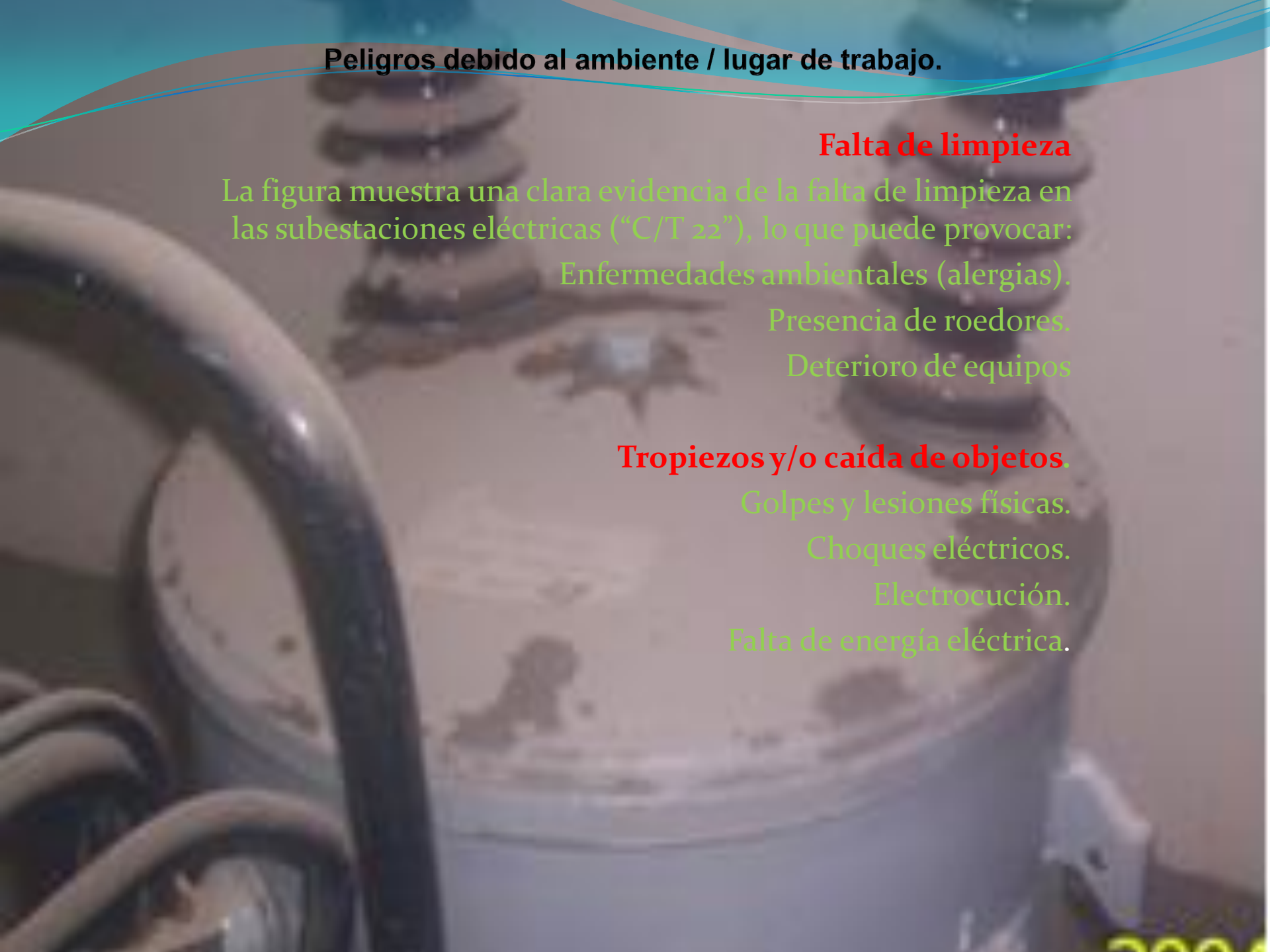
### **Tropiezos y/o caída de objetos.**

Golpes y lesiones físicas.

Choques eléctricos.

Electrocución.

Falta de energía eléctrica.



## **Peligros debido al ambiente / lugar de trabajo.**

### **Dimensiones incorrectas de edificación en subestaciones eléctricas**

La instalación debe permitir la circulación del personal garantizando que se mantengan una distancia mínima de seguridad entre el personal y el equipo energizado. Las figuras abajo mostradas dan un ejemplo que la subestación “C/T 22” y el cuarto de distribución de la Subestación “Padmounted” en la FIEC no cuentan con una distancia de seguridad ni para equipos ni para el personal dando mantenimiento

Las dimensiones incorrectas puede causar al personal:

- Impedimento al moverse libremente.
- Electrocución del personal de mantenimiento.
- Difícil acceso para la realización de algún mantenimiento

### **No delimitación de zonas de trabajo.**

- Presencia de personal no autorizado.
- Electrocución por falta de señalización





A photograph of an electrical substation. The image shows several grey metal cabinets or panels mounted on a wall. A red arrow points upwards towards one of the panels on the left side. The background is a light-colored wall with some visible wear and tear. The overall scene is dimly lit, suggesting an indoor or shaded outdoor environment.

## Peligros debido al ambiente / lugar de trabajo

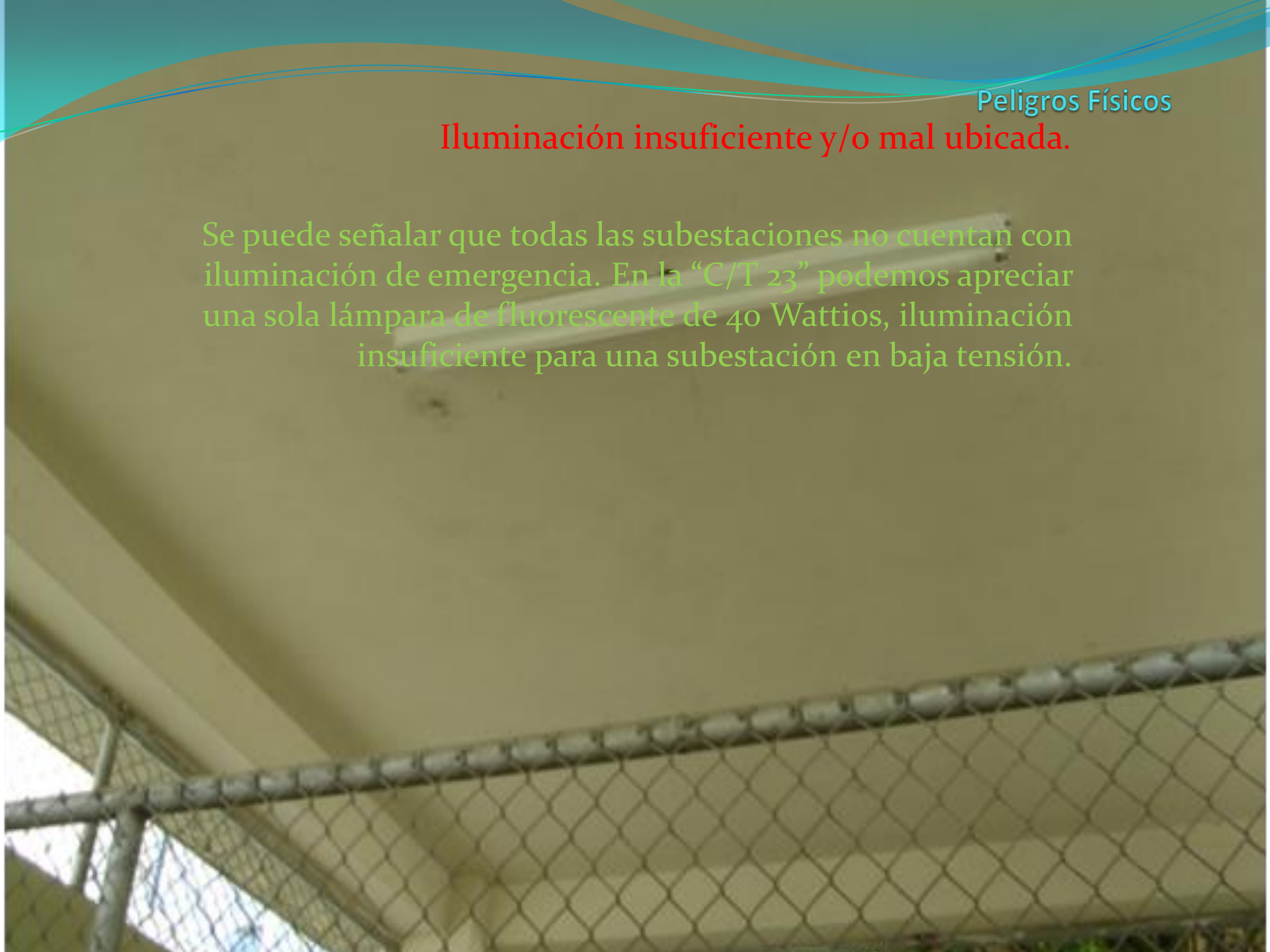
### Deficiencias o ausencias de señalización

La falta de señalización en los alrededores e interior de las subestaciones eléctricas puede ser un peligro en caso de no estar cerrados y entrar gente que desconozca de las normas de seguridad eléctrica, la figura muestra que los tableros de distribución al interior de la subestación no cuentan con señal de seguridad alguna, esto puede provocar:

- Electrocución involuntaria.
- Tropiezos con cables conductores de electricidad.
- Cortocircuitos.
- Falta de energía

## Iluminación insuficiente y/o mal ubicada.

Se puede señalar que todas las subestaciones no cuentan con iluminación de emergencia. En la “C/T 23” podemos apreciar una sola lámpara de fluorescente de 40 Wattios, iluminación insuficiente para una subestación en baja tensión.



La figura nos muestra la iluminación de la subestación eléctrica “C/T 22”, que se encuentra en las inmediaciones del banco de transformadores.

Estos detalles podrían causar al momento de trabajar:

Cansancio físico y mental.

Error al realizar alguna conexión eléctrica o mantenimiento.

Choques eléctricos no deseados.

Tropiezos o caídas

Cortocircuitos.

## Ventilación insuficiente.

En la figura se muestran las únicas aberturas de ventilación de la subestación eléctrica “C/T 21” de celosías de vidrio que en la mayoría del tiempo permanecen cerradas. Existe una abertura de ventilación en la puerta principal. Podemos mencionar que el banco de transformadores se encuentra bien alejado hacia la parte derecha contigua a la pared, tomando para esta ubicación la referencia de que estamos situados frente a la puerta de ingreso

En la figura se muestra las aberturas de ventilación de la subestación eléctrica “C/T 22”, al igual que la anterior subestación cuenta con celosías en parte frontal pero con la diferencia que si permanecen abiertas. La falta de una correcta ventilación puede provocar:

Sobrecalentamiento de los transformadores.

Fatiga laboral al realizar trabajo alguno.

Mal desempeño de los equipos eléctricos.



## **Sulfatación en dispositivos de fuerza y corrosión en partes metálicas de subestación eléctrica.**

En las figuras se evidencia la presencia de corrosión en canaletas y bases de transformadores; también existe en los tableros de distribución entre otras



Corrosión de soporte en “C/T 23”



Corrosión en base de Transformador

Esto puede provocar:  
Fisuras en transformadores  
Derrames de aceite dieléctrico.  
Mala conductividad de conductores eléctricos.  
Deterioro de canaletas y armarios de distribución de energía

### **Materiales no adecuados en la estructura de la subestación eléctrica.**

Con esto se verían afectadas las edificaciones y consecuencias como:  
Filtración de agua  
Resquebrajamiento de la estructura de hormigón de la subestación (paredes, piso, etc.).

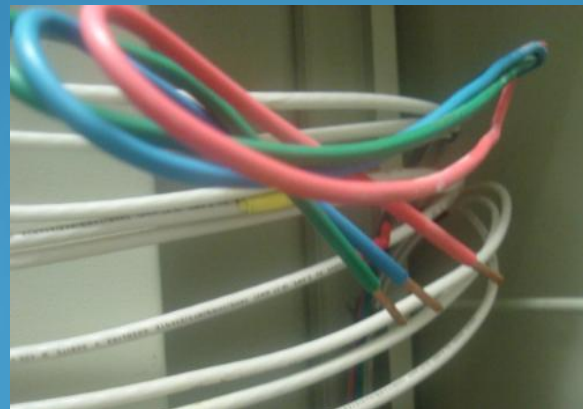
### **Colocación indebida de materiales que alojaran conductores.**

La figura nos muestra un claro ejemplo de cómo debería quedar instalada una funda sellada y la forma errónea de colocarlo. Esto puede provocar cortes a los conductores que se encuentran al interior de la misma.



**Conductores pelados sin encintado de seguridad.**

La figura nos presenta unos conductores pelados, sin colocar cinta aislante a fin de evitar un posible contacto eléctrico en el Cuarto de distribución de la subestación Padmounted..



El incumplimiento de las mínimas normas de seguridad incluso en potencia limitada, pueden ser un peligro para los usuarios y personal de mantenimiento de las subestaciones, el medio ambiente y los bienes materiales. Las normas que hemos considerado son los más importantes para nuestra valoración de riesgos.

- Espacios de trabajo y distancias mínimas de seguridad en subestaciones eléctricas.
- Iluminación en subestaciones eléctricas en baja
- Ventilación en subestaciones eléctricas en baja tensión

Según el artículo 110 del NEC, “Requisitos para instalaciones eléctricas”; que indica el **espacio de trabajo alrededor de los equipos eléctricos**

*“110-16(a). Espacio de trabajo alrededor de equipo eléctrico (de 600 V nominales o menos). a) Distancias de trabajo. Excepto si se exige o se permite otra cosa en esta norma, la medida del espacio de trabajo en dirección al acceso a las partes vivas que funcionen a 600 V nominales o menos a tierra y que puedan requerir examen, ajuste, servicio o mantenimiento mientras estén energizadas no debe ser inferior a la indicada en la Tabla 110-16(a). Las distancias se deben medir desde las partes vivas, si están expuestas o desde el frente o abertura de la envolvente, si están encerradas. Las paredes de concreto, ladrillo o azulejo se deben considerar conectadas a tierra.*

*Además de las dimensiones expresadas en la Tabla 110-16(a), el espacio de trabajo no debe ser inferior a 80cm. de ancho delante del equipo eléctrico. El espacio de trabajo debe estar libre y extenderse desde el piso o plataforma hasta la altura exigida por esta Sección. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos 90° las puertas o paneles abisagrados del equipo. Dentro de los requisitos de altura de esta Sección, se permite equipo de la misma profundidad.”*

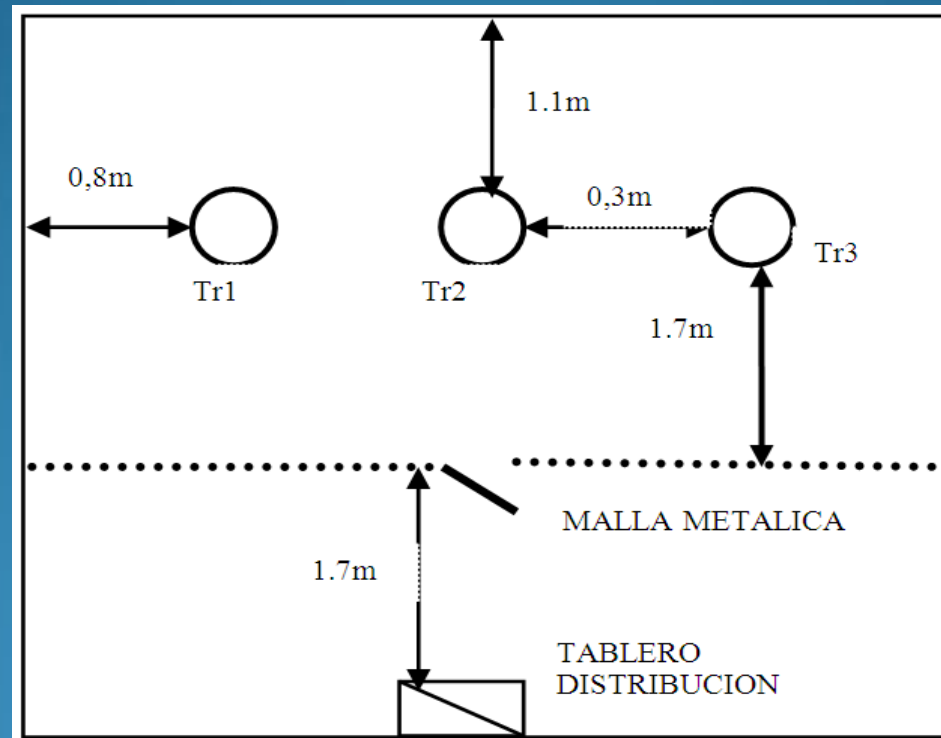


Tensión eléctrica nominal a tierra (V)	Distancia libre mínima (m)		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
0-150	0,90	0,90	0,90
151-600	0,90	1,1	1,20

Las condiciones son las siguientes:

- Partes vivas expuestas en un lado y no-vivas o conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo o partes vivas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se considerarán partes energizadas los cables o barras aislados que funcionen a no más de 300 V.
- Partes vivas expuestas a un lado y conectadas a tierra al otro lado.
- Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la Condición 1), con el operador entre ambas.

Aquí representamos en forma grafica lo mencionado en el artículo 110-16(a), con respecto a las distancias mínimas alrededor de equipos que encuentran en las subestaciones eléctricas de la FIEC (solo las que contienen 3 transformadores). Cabe mencionar que se ha considerado un cuarto con un banco de tres transformadores monofásicos



Con respecto a la altura del establecimiento nos ayudaremos del artículo 110 del NEC sección 110-16(e), que menciona lo siguiente:

*“110-16(e). Altura hasta el techo. La altura mínima hasta el techo de los espacios de trabajo alrededor de equipo de acometida, tableros de distribución de fuerza, paneles de alumbrado o de los centros de control de motores debe ser de 2m. Cuando el equipo eléctrico tenga más de 2m de altura, el espacio mínimo hasta el techo no debe ser inferior a la altura del equipo.*

*Excepción: El equipo de acometida o los paneles de alumbrado en unidades de vivienda existentes que no superen 200A.”*

## Normas de seguridad Eléctrica

En el NATSIM capítulo 14 “Cuarto para transformadores”, artículo 14.3 referente a “Características Constructivas”, expresa lo siguiente:

*“14.3 Características Constructivas.- El cuarto de transformadores será construido con paredes de hormigón o de mampostería y columnas de hormigón armado. Los cuartos por razones de seguridad, deberán tener una losa superior de hormigón, a una altura libre mínima de 2.5 metros, diseñada para soportar una carga máxima de acuerdo a su utilización.”*

*“La puerta de entrada tendrá dimensiones mínimas de 2 m de alto por 1m de ancho, construida en plancha metálica de 1/16” de espesor, con abatimiento hacia el exterior y con una resistencia al fuego, de acuerdo a lo que señala el numeral 450.43 del NEC.”*

*“El área mínima, rectangular y libre de los cuartos de transformadores, será de acuerdo a la siguiente tabla 1a:*

DIMENSIONES	CAPACIDAD
2,0 x 2,5m	Hasta 100 KVA (1 solo transformador 1□)
3,0 x 2,5m	Hasta 150 KVA (Banco de 2 o 3 transformadores)
4,0 x 3,0m	Hasta 300 KVA (Banco de 3 transformadores)
5,0 x 4,0m	Hasta 750 KVA (Banco de 3 transformadores)
6,0 x 4,0m	Hasta 1.000 KVA (Banco de 3 transformadores)



## Normas de seguridad Eléctrica

### Iluminación en las Subestaciones Eléctricas

Para este punto usaremos el Artículo 924 “SUBESTACIONES” del NEC sección 924-5 “Instalación de Alumbrado” que se presenta en la tabla 11, dicho artículo dice textualmente lo siguiente:

*“924-5. Instalación de alumbrado. Los niveles de iluminación mínima sobre la superficie de trabajo, para locales o espacios, se muestran en la Tabla 924-5.*

*Excepción 1: No se requiere iluminación permanente en celdas de des conectadores y pequeños espacios similares ocupados por aparatos eléctricos.*

*Excepción 2: Las subestaciones de usuarios de tipo poste o pedestal quedan excluidas de los requerimientos a que se refiere esta Sección y pueden considerarse iluminadas con el alumbrado existente para otras áreas adyacentes.”*

**TABLA 924-5.- Niveles mínimos de iluminancia requeridos**

Tipo de lugar:	Iluminancia (lx)
Frente de tableros de control con instrumentos, diversos e interruptores, etc.	270
Parte posterior de los tableros o áreas dentro de tableros "dúplex"	55
Pupitres de distribución o de trabajo	270
Cuarto de baterías	110
Pasillos y escaleras (medida al nivel del piso)	55
Alumbrado de emergencia, en cualquier área	11
Áreas de maniobra	160
Áreas de tránsito de personal y vehículos	110
General	22

## Ventilación en las Subestaciones Eléctricas

“REGLAMENTO COMPLEMENTARIO AL NEC PARA INSTALACIÓN DE CONDUCTORES Y EQUIPO ELÉCTRICO” de División de Energía Eléctrica de SAN JUAN – PUERTO RICO en su sección IX Artículo B - literal “I” dice:

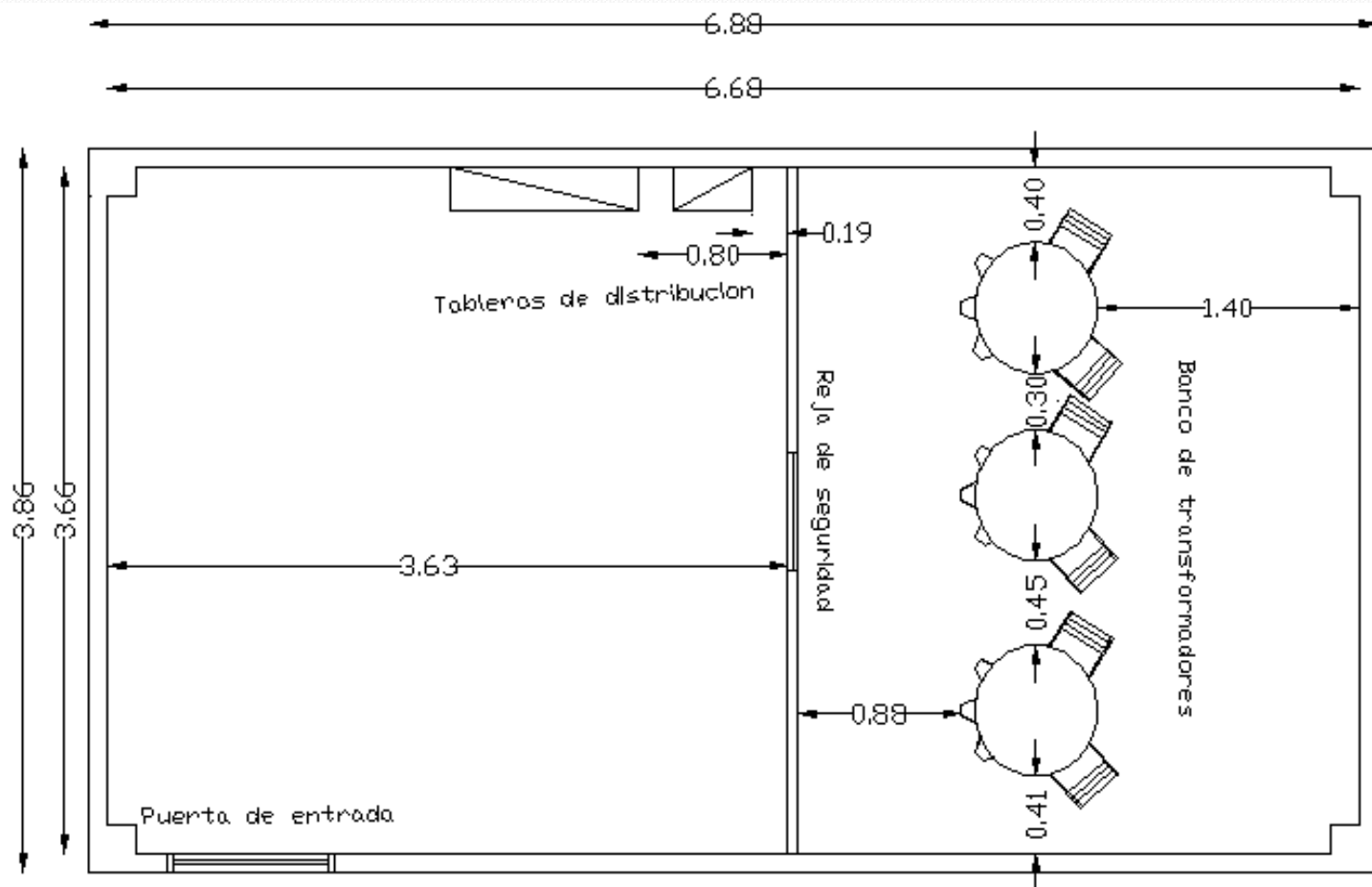
*“3) Tamaño de las aberturas de ventilación. En caso de bóvedas o cuartos para transformadores ventilados por aire exterior sin que se usen tubos o canalizaciones, el área efectiva combinada de ventanas para ventilación no deberá ser menor de 8 pies cuadrados por cada 100 KVA de capacidad de transformadores. En ningún caso podrá ser menor de 4 pies cuadrados para capacidades menores de 50 KVA.”*

## Normas de seguridad Eléctrica

De acuerdo al artículo 450 “TRANSFORMADORES Y BOVEDAS PARA TRANSFORMADORES” del NEC en la sección 450-9 “Ventilación”:

*En el caso de bóvedas con ventilación natural hacia el exterior, el área neta combinada de todas las aberturas de ventilación, después de restar áreas ocupadas por pantallas, rejas o celosías, no debe ser menor que 20 cm<sup>2</sup> por cada Kva. de capacidad de los transformadores en servicio, excepto el caso de transformadores de capacidad menor que 50 Kva., donde el área neta no debe ser menor que 10 cm<sup>2</sup>.*

# DIMENSIONES DE EDIFICACION SUBESTACION ELECTRICA "C/T 21"





## Verificación Subestación Eléctrica "C/T 21"

DIMENSIONES DEL CUARTO DE TRANSFORMADORES (m)						
ACTUALES			MINIMO RECOMENDADO			
			NEC		NATSIM	
ANCHO	LARGO		ANCHO	LARGO	ANCHO	LARGO
4.14	3.1		4.78	3.59	4.0	3.0
CONDUCTOR ACTUAL			CONDUCTOR RECOMENDADO POR NEC			
FASE		NEUTRO	FASE		NEUTRO	
3X500 MCM-TW		1X500 MCM-TW	2X600 MCM - TW		1X600 MCM - TW	
DISPOSITIVO PROTECCION ACTUAL			PROTECC. RECOMENDADO NORMAS NEC			
3polos - 800 A			3polos - 800 A			
ILUMINACION ACTUAL (*)			ILUMINACION RECOMENDADO			
2 LAMP. (4X40 W), 1 NO FUNCIONA BIEN			1 LAMP. (4X40W)			
AREA EFECTIVA ABERTURAS DE VENTILACION (m <sup>2</sup> )						
ACTUALES			AREA MINIMO RECOMENDADO POR NORMAS			
			NEC 2002		REGLAM COMPL AL NEC 2000	
ENTRADA	SALIDA		AREA		AREA	
* 0.32m <sup>2</sup>	1.93m <sup>2</sup>		0.60m <sup>2</sup>		2.3m <sup>2</sup>	

(\*) Debe darse mantenimiento a la iluminación, además ofrecer un cambio pertinente debido a que esta mal ubicada, inmediatamente arriba del banco de transformadores.

\* Esta área de ventilación en la puerta principal, tiene unas dimensiones de 0,80m de ancho y 0,4m de largo. En cuanto a la salida de ventilación podemos mencionar que cuenta con una sola rejilla lateral de dimensiones de 3,22m de largo por 0,60m de ancho, pero de celosías de vidrio.

# Calculo de conductores y dispositivos de protección en Subestación Eléctrica "C/T 21"

Datos en Subestación eléctrica							
Voltaje operación	Transformador			Corriente operación (A)		Corriente en conductor (A) sección 220-3(a) NEC	
V= 220	Cantidad	Potencia (KVA)	Potencia total (KVA)	$I_{operac} = \frac{S \times 1000}{\sqrt{3} \times V}$	787.3	$I_{cond} = 1.25 \times I_{operac}$	984.1
	3	100	S = 300				
Elección conductor fase				Corrección por más de 3 conductores			
Cantidad	Ampacidad a buscar (A)		# conductores		Conductor corregido		
N = 2	$I_{bus} = I_{cond} / N$		Fases + neutro $n = 7$				
Conductor	Calibre (aislamiento TW)	1250MCM	FACTOR tabla 310-15(B)(2)(a) NEC		$I_{correg} = Amp \times f$	Calibre	Ampacidad (tabla 310.16 NEC)
	Ampacidad (tabla 310.16 NEC)	Amp = 495	$f = 0.7$				
Elección conductor neutro			Conductores seleccionados		Para fases : 3x2 x600 MCM – TW - 600V Para neutro: 1x600 MCM –TW - 600V		
Ampacidad (A)	Calibre	Ampacidad Tabla 310.16 NEC	Calculo dispositivo protección				
			Conductores en fase (N)	Ampac correg (A) sección 230-90(a) NEC		Capacidad dispositivo (A) sección 240.6 (a) NEC	
			N = 2	Am x N	710	3 polos 800 A	
Icorreg	346.5	600 MCM	355				

# Calculo de Iluminación en Subestación Eléctrica "C/T 21"

Datos de S/E			Datos de luminaria		
Luminancia mínima S/E ( tabla 12)	Altura plano trabajo (m)		Tipo	Flujo luminoso catalogo Phillips	Factor mant. (tabla 15)
E = 100 luxes	0.85		tubo 40W	$\phi_L = 3250$ lúmenes	F m    0.75
Dimensiones del local (m)			Factor de reflexión (dato tabla 14)		
Largo (l)	Ancho (a)	Alto (H)	techo	Pared	Piso
6.88	3.66	3.44	0.8	0.5	0.3
Altura de luminaria (m)		Factor k		Factor utilización (dato de tabla 13)	
$H' = H - 0.85$	2.59	$K = \frac{(l \times a)}{H'(l+a)}$	0.922	Fu	0.3483
Flujo luminoso $\phi_T$			# lámparas, n= 4 tubos fluorescentes 40W		
$\phi_T = \frac{E \times (l \times a)}{(Fu \times Fm)}$		9639.51 lúmenes	$N = \frac{\phi_T}{n \phi_L}$	0,74 $\approx$ 1 lámpara.	



Aquí se presenta el modelo de lista de chequeo que usamos para identificar los peligros en las diferentes subestaciones eléctricas de la FIEC que elaboramos a base de la identificación de peligros y ayuda del personal técnico de mantenimiento de la ESPOL

**LISTA DE CHEQUEO PARA INSPECCION DE SEGURIDAD  
EN SUBESTACIONES ELECTRICAS DE LA FIEC**

LUGAR DE TRABAJO : .....	UBICACIÓN : .....		
EVALUADOR : .....	FECHA INSPECCION : .....		
TECNICO AYUDANTE AREA:			
PUNTOS A CHEQUEAR	SI	NO	OBSERVACION
1.- Ubicación de la subestacion en lugares seguros.			
2.- Dimensiones de la subestación acorde a normas establecidas.			
3.- Dimensiones de seguridad entre equipos (transformadores, tableros de distribución, etc.) acorde a normas establecidas.			
4.- Existencia de señales de seguridad en subestación.			
5.- Existencia de puerta de acceso acorde a normas establecidas.			
6.- Existencia de diagramas unifilares en tableros de distribución.			
7.- Existencia de sistemas de detección o extinción de incendios.			
8.- Existencia de bases de hormigón para los transformadores.			
9.- Existencia de foso para recoger el aceite de transformadores.			
10.- Falta de limpieza en subestación.			
11.- Corrosión en partes metálicas de la subestación.			
12.- Sulfatacion en terminales de baja tension de transformadores			
13.- Elementos de subestación aterrizados.			
14.- Materiales adecuados en estructura de subestacion electrica.			
15.- Ventilación adecuada			
16.- Iluminación general (adecuada y ubicada correctamente).			
17.- Existencia de Iluminación de emergencia.			
<b>OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS:</b>			

**LISTA DE CHEQUEO PARA INSPECCION DE SEGURIDAD  
EN SUBESTACIONES ELECTRICAS DE LA FIEC**

LUGAR DE TRABAJO SUBESTACION ELECTRICA "QT 21"	UBICACIÓN		CONTIGUO AL LAB. ELECTRON. POTENCIA
EVALUADOR IVAN PILLIGUA	FECHA INSPECCION		AGOSTO 27- 2009
TECNICO AYUDANTE AREA: TEC. MANTILLA			
PUNTOS A CHEQUEAR	SI	NO	OBSERVACION
1.- Ubicación de la subestacion en lugares seguros.		✓	CONTIGUO A LABORATORIOS
2.- Dimensiones de la subestación acorde a normas establecidas.		✓	NO CUMPLE EN EL AREA DE TRANSFORMADORES
3.- Dimensiones de seguridad entre equipos (transformadores, tableros de distribución, etc.) acorde a normas establecidas.		✓	RIESGOSO DAR MANTENIMIENTO ENTRE TRANSFORMADORES
4.- Existencia de señales de seguridad en subestación.		✓	NO EXISTE SEÑAL ALGUNA
5.- Existencia de puerta de acceso acorde a normas establecidas.	✓		PUERTA PERMANECE CERRADA
6.- Existencia de diagramas unifilares en tableros de distribución.		✓	SE DESCONOCE QUE CARGA SE ALIMENTA
7.- Existencia de sistemas de detección o extinción de incendios.		✓	FALTAN AMBOS
8.- Existencia de bases de hormigón para los transformadores.		✓	TRANSFORMADORES SOBRE CUARTONES DE MADERA
9.- Existencia de foso para recoger el aceite de transformadores.		✓	NO SE EVIDENCIA
10.- Falta de limpieza en subestación.	✓		RESTOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION
11.- Corrosión en elementos de la subestación.	✓		PRESENTE EN BASE DE TRANSFORMADORES Y ARMARIOS (TABLEROS DISTRIBUCION)
12.- Sulfatación en terminales de baja tensión de transformadores		✓	SOLO SOBRECARGADOS DE CONDUCTORES
13.- Elementos de subestación aterrizados.		✓	ARMARIOS NO ATERRIZADOS
14.- Materiales adecuados en estructura de subestacion electrica.		✓	NO SE EVIDENCIA DETERIORO EN ESTRUCTURA
15.- Ventilación adecuada		✓	CELOSIAS DE VENTILACION ALEJADAS DE AREA TRANSFORMADORES
16.- Iluminación general (adecuada y ubicada correctamente).		✓	UBICADA INMEDIATAMENTE ARRIBA DE TRANSFORMADORES
17.- Existencia de iluminación de emergencia.		✓	NO EXISTE

OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS: LA ABERTURA DE VENTILACION EN LA PUERTA PRINCIPAL ES INSUFICIENTE, NO EXISTE UNA CORRECTA CIRCULACION DE AIRE; ESTO PROVOCA UN AMBIENTE CALUROSO. SIN LA AYUDA DEL TECNICO DE AREA SE DESCONOCE QUE CARGAS ALIMENTA CADA DISPOSITIVO DE PROTECCION (BREAKER), SOLO LOS TRANSFORMADORES ESTAN ATERRIZADOS, LA MALLA PROTECTORA (DIVIDE AREA DE TRANSFORMADORES Y AREA DE TABLEROS DE PROTECCION) NO ESTA ATERRIZADA AL IGUAL QUE LOS ARMARIOS Y BANDEJAS POR TACONDUCTORES. FALTA ILUMINACION CERCANA A LOS ARMARIOS.

# MÉTODOS DE VALORACIÓN DE RIESGOS

- 1.- COMPARATIVOS {
  - Análisis de sucesos ocurrido en establecimientos parecidos al que se analiza.
  - Manuales técnicos y Listas de comprobación
  
- 2.- CUANTITATIVOS. {
  - Introducen una valoración respecto a las frecuencias de ocurrencia de un determinado suceso, para cuantificar daños. El mas conocido es el Método Fine que usa la siguiente formula:
  - Grado de riesgo (GR) = Consecuencias x Exposición x Probabilidad.

# PLANEACIÓN DEL MÉTODO FINE

- Recopilamos datos al recorrer las instalaciones de las subestaciones eléctricas. Aspectos como área de trabajo, fuente generadora del riesgo, efectos, etc.
- Identificar las condiciones peligrosas (inspecciones) a partir de una lista de chequeo.
- Valorar los factores de riesgo identificados, para jerarquizarlos.
- Sugerir medidas correctoras para eliminar o controlar el riesgo.



# ESCALAS PARA VALORACIÓN DE RIESGO

TABLA DE VALORIZACION DE CONSECUENCIAS	
Varias muertes; sueldo o salario de 4 años para cada persona afectada	50
Una muerte; sueldo o salario de 4 años	25
Lesiones graves, incapacidad total; renta vitalicia del 66% de la remuneración mensual percibida por la víctima.	15
Lesiones con pérdidas; promedio del porcentaje de disminución del trabajo, se computara sobre el sueldo o salario de 4 años. La valoración se presenta en Art 438 del Régimen Laboral Ecuatoriano	5
Lesiones, cortes, golpes, contusiones; 75% de la remuneración que tuvo el trabajador al momento del accidente y no deberá exceder del plazo de 1 año.	1

TABLA DE VALORIZACIÓN DE EXPOSICIÓN	
Continuamente , varias veces al día	10
Frecuentemente , una vez al día o a la semana	6
Ocasionalmente, mas de una vez al mes o al año	3
Raramente : alguna vez en varios años	1
Remotamente : no ocurre pero no se descarta	0.5

TABLA DE VALORIZACIÓN DE PROBABILIDADES	
El resultado es más probable y esperado	10
Es completamente posible , no será nada extraño	6
Secuencia o coincidencia rara pero posible	3
Coincidencia muy rara , pero se sabe que ha ocurrido	1
Coincidencia remota pero concebible	0.5

GR > 400	Riesgo muy alto	Suspensión de actividad inmediata
200 < GR < 400	Riesgo Alto	Corrección inmediata
70 < GR < 200	Riesgo Notable	Corrección necesaria urgente
20 < GR < 70	Riesgo Moderado	No es emergente, debe corregirse
GR < 20	Riesgo Aceptable	Puede omitirse la Corrección

Grado de riesgo (GR) =  
Consecuencias x Exposición x  
Probabilidad.

# TABLA DE VALORACION DE RIESGOS

TABLA DE VALORACION DE RIESGOS						
SUBESTACION A EVALUAR: _____			EVALUADOR: _____			
UBICACION DEL AREA EVALUADA: _____			TEC. AYDTE AREA: _____			
NUMERO DE TRAFOS/CAPACIDAD/CAP. TOTAL: _____			FECHA EVAL.: _____			
C= CONSECUENCIAS, E = EXPOSICION, P = PROBABILIDAD, GR = GRADO DE RIESGO, R = RESULTADO, A = ACCION						
RIESGOS	C	E	P	GR	R	A
<b>1.- RIESGOS DE SEGURIDAD</b>						
a.- INCENDIOS Y/O EXPLOSIONES.						
b.- QUEMADURAS POR ARCOS ELECTRICOS.						
c.- QUEMADURAS POR ACEITE						
d.- PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO INADECUADO (SEGURIDAD, HERRAMIENTAS, ETC.).						
<b>2.- RIESGOS ELECTRICOS</b>						
a.- CORTOCIRCUITOS						
b.- CONTACTOS ELECTRICOS DIRECTOS E INDIRECTOS.						
c.- SOBREENTENSIDADES ELECTRICAS INDESEABLES.						
d.- DESCONOCIMIENTO DE LAS CARGAS INSTALADAS.						
<b>3.- RIESGOS POR AMBIENTE Y LUGAR DE TRABAJO</b>						
a.- AFECCIONES RESPIRATORIAS.						
b.- TROPIEZOS CON POSIBLES GOLPES Y/O LESIONES						
c.- PRESENCIA DE PERSONAL NO CALIFICADO.						
d.- FALTA DE SEÑALIZACION EN SUBESTACION.						
<b>4.- RIESGOS FISICOS</b>						
a.- CANSANCIO FISICO Y MENTAL.						
b.- FATIGA LABORAL.						
<b>5.- OTROS RIESGOS</b>						
a.- FISURA EN TRANSFORMADORES DE SUBESTACION.						
b.- BAJO RENDIMIENTO EN TRANSFORMADORES						
c.- DAÑOS INTERNOS DE TRANSFORMADOR POR VARIACION DE TEMPERATURA.						
d.- DISMINUCION DE CONDUCTIVIDAD EN CONTACTOS ELECTRICOS.						
e.- FISURAS EN EDIFICACION DE SUBESTACION ELECTRICA						

TABLA DE VALORIZACION DE CONSECUENCIAS	
Varias muertes: sueldo o salario de 4 años para cada persona afectada	50
Una muerte: sueldo o salario de 4 años	25
Lesiones graves, incapacidad total; renta vitalicia del 66% de la remuneración mensual percibida por la víctima.	15
Lesiones con pérdidas: promedio del porcentaje de disminución del trabajo, se computara sobre el sueldo o salario de 4 años. La valoración se presenta en Art 438 del Régimen Laboral Ecuatoriano	5
Lesiones, cortes, golpes, contusiones: 75% de la remuneración que tuvo el trabajador al momento del accidente y no deberá exceder del plazo de 1 año.	1

TABLA DE VALORIZACION DE EXPOSICION	
Continuamente , varias veces al día	10
Frecuentemente , una vez al día o a la semana	6
Ocasionalmente, mas de una vez al mes o al año	3
Raramente : alguna vez en varios años	1
Remotamente : no ocurre pero no se descarta	0.5

TABLA DE VALORIZACION DE PROBABILIDADES	
El resultado es más probable y esperado	10
Es completamente posible , no será nada extraño	6
Secuencia o coincidencia rara pero posible	3
Coincidencia muy rara , pero se sabe que ha ocurrido	1
Coincidencia remota pero concebible	0.5

TABLA DE VALORIZACION DE GRADO DE RIESGOS		
GR> 400	Riesgo muy alto	Suspensión de actividad inmediata
200<GR< 400	Riesgo Alto	Corrección inmediata
70 <GR< 200	Riesgo Notable	Corrección necesaria urgente
20 <GR< 70	Riesgo Moderado	No es emergente, debe corregirse
GR < 20	Riesgo Aceptable	Puede omitirse la Corrección

## TABLA DE VALORACIÓN DE RIESGOS

SUBESTACION A EVALUAR: SUBESTACION ELECTRICA "C/T 23"  
 UBICACIÓN DEL AREA EVALUADA: INMEDIACIONES PARQUEADERO FIEC  
 NUMERO DE TRAFOS /CAPACIDAD/CAP. TOTAL: 3 TRAFOS 18/37,5KVA/112,5 KVA

EVALUADOR: IVAN PILLIGUA  
 TEC. AYDTE AREA: TEC. MANTILLA  
 FECHA EVAL.: SEPT 7/ 2009

C= CONSECUENCIAS, E = EXPOSICION, P = PROBABILIDAD, GR = GRADO DE RIESGO, R = RESULTADO, A = ACCION

RIESGOS	C	E	P	GR	R	A
<b>1.- RIESGOS DE SEGURIDAD</b>						
a.- INCENDIOS Y/O EXPLOSIONES.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
b.- QUEMADURAS POR ARCOS ELECTRICOS.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
c.- QUEMADURAS POR ACEITE	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
d.- PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO INADECUADO (SEGURIDAD, HERRAMIENTAS, ETC.).	5	3	6	90	RIESGO NOTABLE	CORRECCION NECESARIA URGENTE
<b>2.- RIESGOS ELECTRICOS</b>						
a.- CORTOCIRCUITOS	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
b.- CONTACTOS ELECTRICOS DIRECTOS E INDIRECTOS.	1	3	10	30	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
c.- SOBREENTENSIDADES ELECTRICAS INDESEABLES.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
d.- DESCONOCIMIENTO DE LAS CARGAS INSTALADAS.	5	3	6	90	RIESGO NOTABLE	CORRECCION NECESARIA URGENTE
<b>3.- RIESGOS POR AMBIENTE Y LUGAR DE TRABAJO</b>						
a.- AFECCIONES RESPIRATORIAS.	1	3	6	18	RIESGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
b.- TROPIEZOS CON POSIBLES GOLPES Y/O LESIONES	1	3	10	30	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
c.- PRESENCIA DE PERSONAL NO CALIFICADO.	1	3	10	30	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
d.- FALTA DE SEÑALIZACION EN SUBESTACION.	5	3	6	90	RIESGO NOTABLE	CORRECCION NECESARIA URGENTE
<b>4.- RIESGOS FISICOS</b>						
a.- CANSANCIO FISICO Y MENTAL.	1	3	0,5	1,5	RIESGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
b.- FATIGA LABORAL	1	3	0,5	1,5	RIESGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
<b>5.- OTROS RIESGOS</b>						
a.- FISURA EN TRANSFORMADORES DE SUBESTACION.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
b.- BAJO RENDIMIENTO EN TRANSFORMADORES	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
c.- DAÑOS INTERNOS DE TRANSFORMADOR POR VARIACION DE TEMPERATURA.	1	3	0,5	1,5	RIESGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
d.- DISMINUCION DE CONDUCTIVIDAD EN CONTACTOS ELECTRICOS.	1	3	6	18	RIESGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
e.- FISURAS EN EDIFICACION DE SUBESTACION	1	3	6	18	RIESGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION

## TABLA DE VALORACIÓN DE RIESGOS

SUBESTACION A EVALUAR: SUBESTACION ELECTRICA "C/T 21"  
 UBICACION DEL AREA EVALUADA CONTIGUO LAB ELECTR POTENCIA  
 NUMERO DE TRAFOS/CAPACIDAD/CAP. TOTAL: 3 TRAFOS 10/100KVA/300 KVA

EVALUADOR: IVAN PILLIGUA  
 TEC. AYDTE AREA: TEC. MANTILLA  
 FECHA EVAL.: SEPT 10/ 2009

C= CONSECUENCIAS, E = EXPOSICION, P = PROBABILIDAD, GR = GRADO DE RIESGO, R = RESULTADO, A = ACCION

RIESGOS	C	E	P	GR	R	A
<b>1.- RIESGOS DE SEGURIDAD</b>						
a.- INCENDIOS Y/O EXPLOSIONES.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO ES EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
b.- QUEMADURAS POR ARCOS ELECTRICOS.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO ES EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
c.- QUEMADURAS POR ACEITE	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO ES EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
d.- PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO INADECUADO (SEGURIDAD, HERRAMIENTAS, ETC.).	5	3	6	90	RIESGO NOTABLE	CORRECCION NECESARIA URGENTE
<b>2.- RIESGOS ELECTRICOS</b>						
a.- CORTOCIRCUITOS	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO ES EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
b.- CONTACTOS ELECTRICOS DIRECTOS E INDIRECTOS.	1	3	10	30	RIESGO MODERADO	NO ES EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
c.- SOBREENTENSIDADES ELECTRICAS INDESEABLES.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO ES EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
d.- DESCONOCIMIENTO DE LAS CARGAS INSTALADAS.	5	3	6	90	RIESGO NOTABLE	CORRECCION NECESARIA URGENTE
<b>3.- RIESGOS POR AMBIENTE Y LUGAR DE TRABAJO</b>						
a.- AFECCIONES RESPIRATORIAS.	1	3	6	18	RIESGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
b.- TROPIEZOS CON POSIBLES GOLPES Y/O LESIONES	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO ES EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
c.- PRESENCIA DE PERSONAL NO CALIFICADO.	1	3	10	30	RIESGO MODERADO	NO ES EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
d.- FALTA DE SEÑALIZACION EN SUBESTACION.	5	3	6	90	RIESGO NOTABLE	CORRECCION NECESARIA URGENTE
<b>4.- RIESGOS FISICOS</b>						
a.- CANSANCIO FISICO Y MENTAL.	5	3	6	90	RIESGO NOTABLE	CORRECCION NECESARIA URGENTE
b.- FATIGA LABORAL.	5	3	6	90	RIESGO NOTABLE	CORRECCION NECESARIA URGENTE
<b>5.- OTROS RIESGOS</b>						
a.- FISURA EN TRANSFORMADORES DE SUBESTACION.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO ES EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
b.- BAJO RENDIMIENTO EN TRANSFORMADORES	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO ES EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
c.- DAÑOS INTERNOS DE TRANSFORMADOR POR VARIACION DE TEMPERATURA.	5	3	6	90	RIESGO NOTABLE	CORRECCION NECESARIA URGENTE
d.- DISMINUCION DE CONDUCTIVIDAD EN CONTACTOS ELECTRICOS.	1	3	6	18	RIESGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
e.- FISURAS EN EDIFICACION DE SUBESTACION ELECTRICA	1	3	6	18	RIESGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION

## TABLA DE VALORACIÓN DE RIESGOS

SUBESTACION A EVALUAR: SUBESTACION ELECTRICA "C/T 22"  
 UBICACIÓN DEL AREA EVALUADA: JUNTO A BAÑOS Y CERCAÑO LAB REDES ELECTR  
 NUMERO DE TRAFOS/CAPACIDAD/CAP. TOTAL: 3 TRAFOS 1 Ø/75 KVA/225 KVA

EVALUADOR: MILTON ERAS  
 TEC. AYDTE AREA: TEC. MANTILLA  
 FECHA EVAL.: SEPT 15/ 2009

C= CONSECUENCIAS, E = EXPOSICION, P = PROBABILIDAD, GR = GRADO DE RIESGO, R = RESULTADO, A = ACCION

RIESGOS	C	E	P	GR	R	A
<b>1.- RIESGOS DE SEGURIDAD</b>						
a.- INCENDIOS Y/O EXPLOSIONES.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
b.- QUEMADURAS POR ARCOS ELECTRICOS.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
c.- QUEMADURAS POR ACEITE	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
d.- PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO INADECUADO (SEGURIDAD, HERRAMIENTAS, ETC.).	5	3	6	90	RIESGO NOTABLE	CORRECCION NECESARIA URGENTE
<b>2.- RIESGOS ELECTRICOS</b>						
a.- CORTOCIRCUITOS	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
b.- CONTACTOS ELECTRICOS DIRECTOS E INDIRECTOS.	1	3	10	30	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
c.- SOBREENTENSIDADES ELECTRICAS INDESEABLES.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
d.- DESCONOCIMIENTO DE LAS CARGAS INSTALADAS.	5	3	6	90	RIESGO NOTABLE	CORRECCION NECESARIA URGENTE
<b>3.- RIESGOS POR AMBIENTE Y LUGAR DE TRABAJO</b>						
a.- AFECCIONES RESPIRATORIAS.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
b.- TROPIEZOS CON POSIBLES GOLPES Y/O LESIONES	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
c.- PRESENCIA DE PERSONAL NO CALIFICADO.	1	3	10	30	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
d.- FALTA DE SEÑALIZACION EN SUBESTACION.	5	3	6	90	RIESGO NOTABLE	CORRECCION NECESARIA URGENTE
<b>4.- RIESGOS FISICOS</b>						
a.- CANSANCIO FISICO Y MENTAL.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
b.- FATIGA LABORAL.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
<b>5.- OTROS RIESGOS</b>						
a.- FISURA EN TRANSFORMADORES DE SUBESTACION.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
b.- BAJO RENDIMIENTO EN TRANSFORMADORES	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
c.- DAÑOS INTERNOS DE TRANSFORMADOR POR VARIACION DE TEMPERATURA.	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
d.- DISMINUCION DE CONDUCTIVIDAD EN CONTACTOS ELECTRICOS.	1	3	6	18	RIESGO ACEPTABLE	PUEDA OMITIR CORRECCION
e.- FISURAS EN EDIFICACION DE SUBESTACION ELECTRICA	1	3	6	18	RIESGO ACEPTABLE	PUEDA OMITIR CORRECCION



## TABLA DE VALORACIÓN DE RIESGOS

SUBESTACION A EVALUAR: SUBESTACION ELECTRICA TIPO PADMOUNTED UBICACION DEL AREA EVALUADA: INTERIOR NUEVO EDIFICIO FIEC NUMERO DE TRAFOS/CAPACIDAD/CAP. TOTAL: 1 TRAF0 3Ø / 600/600 KVA	EVALUADOR: MILTON ERAS TEC. AYDTE AREA: TEC. MANTILLA FECHA EVAL.: SEPT 18 / 2009					
C= CONSECUENCIAS, E = EXPOSICION, P = PROBABILIDAD, GR = GRADO DE RIESGO, R = RESULTADO, A = ACCION						
RIESGOS	C	E	P	GR	R	A
<b>1.- RIESGOS DE SEGURIDAD</b>						
a.- INCENDIOS Y/O EXPLOSIONES.	5	3	6	90	RIE SGO NOTABLE	CORRECCION NECESARIA URGENTE
b.- QUEMADURAS POR ARCOS ELECTRICOS.	5	3	0,5	7,5	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
c.- QUEMADURAS POR ACEITE	5	3	3	45	RIE SGO MODERADO	NO EMERGENTE, PERO DEBE CORREGIR
d.- PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO INADECUADO (SEGURIDAD, HERRAMIENTAS, ETC.).	5	3	6	90	RIE SGO NOTABLE	CORRECCION NECESARIA URGENTE
<b>2.- RIESGOS ELECTRICOS</b>						
a.- CORTOCIRCUITOS	1	3	3	9	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
b.- CONTACTOS ELECTRICOS DIRECTOS E INDIRECTOS.	1	3	3	9	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
c.- SOBREINTENSIDADES ELECTRICAS INDESEABLES.	1	3	3	9	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
d.- DESCONOCIMIENTO DE LAS CARGAS INSTALADAS.	1	3	3	9	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
<b>3.- RIESGOS POR AMBIENTE Y LUGAR DE TRABAJO</b>						
a.- AFECCIONES RESPIRATORIAS.	1	3	0,5	1,5	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
b.- TROPIEZOS CON POSIBLES GOLPES Y/O LESIONES	1	3	3	9	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
c.- PRESENCIA DE PERSONAL NO CALIFICADO.	1	3	3	9	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
d.- FALTA DE SEÑALIZACION EN SUBESTACION.	5	3	0,5	7,5	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
<b>4.- RIESGOS FISICOS</b>						
a.- CANSANCIO FISICO Y MENTAL.	5	3	0,5	7,5	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
b.- FATIGA LABORAL.	5	3	0,5	7,5	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
<b>5.- OTROS RIESGOS</b>						
a.- FISURA EN TRANSFORMADORES DE SUBESTACION.	5	3	0,5	7,5	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
b.- BAJO RENDIMIENTO EN TRANSFORMADORES	5	3	0,5	7,5	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
c.- DAÑOS INTERNOS DE TRANSFORMADOR POR VARIACION DE TEMPERATURA.	5	3	0,5	7,5	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
d.- DISMINUCION DE CONDUCTIVIDAD EN CONTACTOS ELECTRICOS.	1	3	0,5	1,5	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION
e.- FISURAS EN EDIFICACION DE SUBESTACION ELECTRICA	1	3	0,5	1,5	RIE SGO ACEPTABLE	PUEDE OMITIR CORRECCION

# SOLUCIONES PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS CRÍTICOS EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS FIEC

## 1. Protecciones contra riesgos eléctricos.

- Usar Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles. Nota : La mayoría de las subestaciones estudiadas (a excepción de la subestación tipo padmounted) usan protección en desuso
- Aterrizamiento optimo y debidamente ubicado; de las partes metálicas de la subestación eléctrica
- Cumplir las normas de espaciamiento de seguridad entre equipos. Todas las subestaciones estudiadas sin excepción alguna no cumplen las normas del NEC artículo 110 “Requisitos para instalaciones eléctricas” aumentando la posibilidad de riesgos al personal de mantenimiento

# SOLUCIONES PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS CRÍTICOS EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS FIEC

## 2. Protecciones contra efectos térmicos .

- Tener una buena ventilación, tanto de entrada como de salida en las subestaciones eléctricas. Cabe señalar que en las subestaciones “C/T 22” y “C/T 21”, es necesario la instalación de extractores de aire a fin de evitar aumentos de temperatura al interior.
- Evitar las sobrecargas en los terminales de baja tensión de los transformadores que generan un calentamiento del material provocando la disminución de la conductividad de este equipo. Se puede solucionar instalando un tablero exclusivo para barras de distribución (ya que a los terminales de baja tensión se conectan no menos de 2 tableros de distribución).
- Las cargas conectadas a los transformadores no están bien distribuidas (variaciones de carga) provocando que uno o dos transformadores del banco trabajen más que los otros.

# SOLUCIONES PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS CRÍTICOS EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS FIEC

## 3. Protecciones contra incendios.

- Colocar extintores, en lugares convenientes y claramente marcados; deben. Instalar un gabinete para extintor cercano a la puerta de ingreso de la subestación eléctrica, sin obstaculización alguna y ubicada a un máximo de 1.3 m sobre el piso.
- Una apropiada instalación eléctrica, es decir que los calibres de conductores y sus accesorios estén bien dimensionados; además dispositivos de protección calibrados técnicamente.
  - Pozo colector para recogida de aceite, se debe tener uno por cada transformador instalado en las subestaciones con la capacidad de contener la totalidad del aceite del transformador.
- Obra civil resistente al fuego (techo y paredes). Según NEC debe tener una resistencia mínima al fuego de 3 horas ósea una construcción de concreto reforzado de 15 cm de espesor.

# CONCLUSIONES

- El personal de mantenimiento no cuenta con lo mínimo elemental en equipo de protección personal, además de usar herramientas en desuso (sin aislamiento y sin operar correctamente).
  - Desconocimiento del personal de mantenimiento en los aspectos básicos de seguridad al dar mantenimiento a las subestaciones eléctricas.
- El área de mantenimiento no cuenta con planos (diagramas unifilares) de las subestaciones eléctricas ni de sus futuros cambios (ingreso de nueva carga a alimentar).
- Las subestaciones analizadas no cuentan con lo mínimo referente a la señalización de seguridad tanto interior como exterior.
- Las subestaciones no cumplen con la protección contra incendios (obra civil, pozos colectores de aceite, aberturas de ventilación, etc.).
- Las subestaciones eléctricas no cuentan con iluminación suficiente y correctamente ubicada; además de no contar con iluminación de emergencia.



# CONCLUSIONES

- Las subestaciones eléctricas no cuentan con un buen sistema de aterrizamiento.
- Los espacios de seguridad entre equipos en las subestaciones eléctricas no cumplen lo mínimo necesario aumentando la probabilidad de accidentes.
  - Las dimensiones en lo referente a la edificación de las subestaciones eléctricas no cumplen lo mínimo necesario; además están ubicadas en lugares de permanente paso de personas.
- El equipo de protección de las subestaciones (breakers) están en desuso (no se aprecia los datos de seguridad del equipo).
- En la mayoría de las subestaciones se evidencio una sobrecarga en los terminales de baja tensión y además que las cargas no estaban bien distribuidas provocando que uno o dos transformadores trabajen más que los otros.

# RECOMENDACIONES

- Instalación de fosos recolectores de aceite para los transformadores en todas las subestaciones eléctricas, incluida la subestación tipo Padmounted. Además de zanjias o desagües de emergencias para el desalojo de aceite en los transformadores.
- Implementar un correcto sistema contra incendio que incluiría: instalación extintores de incendio, usar materiales adecuados en la edificación de subestación eléctrica, correcta ventilación.
- Implementar un correcto sistema de aterrizamiento.
- Implementar una iluminación correctamente ubicada; además proveer a todas las subestaciones estudiadas de iluminación de emergencia.
- Proveer una señalización adecuada tanto al interior como al exterior de la subestación eléctrica. Incluir también diagramas unifilares de los tableros de distribución que alimenta la subestación.

# RECOMENDACIONES

- Proveer una señalización adecuada tanto al interior como al exterior de la subestación eléctrica. Incluir también diagramas unifilares de los tableros de distribución que alimenta la subestación.
- Proveer equipos de protección personal completa y herramientas de trabajo en perfecto estado con su respectivo aislante de seguridad.
- Realizar un estudio de cortocircuito con el fin de tener una coordinación efectiva en las protecciones de las subestaciones eléctricas. Nota: Por el momento las protecciones en las subestaciones “C/T 23”, “C/T 21” y “C/T 22” cuentan con protección en desuso que necesitan ser cambiadas.
- Adiestrar al personal de mantenimiento respecto a nociones básicas de seguridad al dar mantenimiento en las subestaciones eléctricas.
- Proveer dimensiones adecuadas para el local donde están instaladas las subestaciones eléctricas, además de distancia seguridad entre equipos.