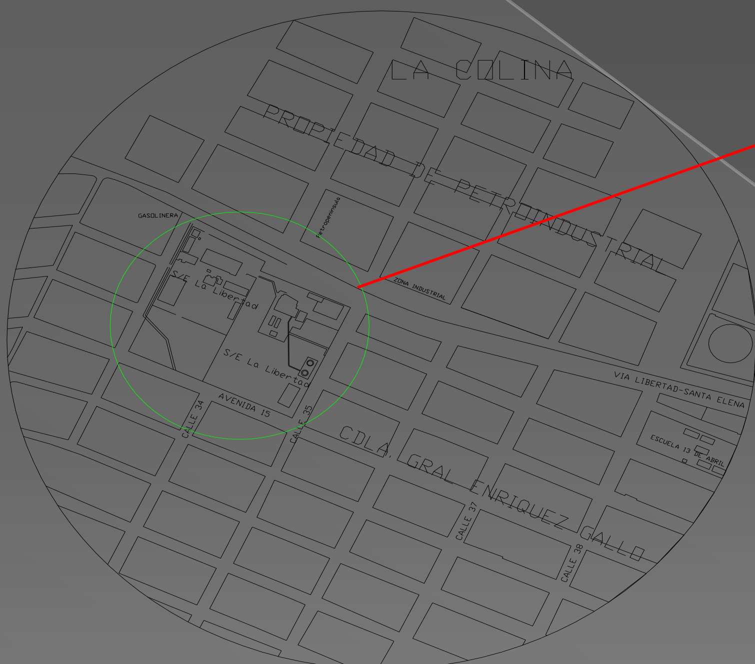
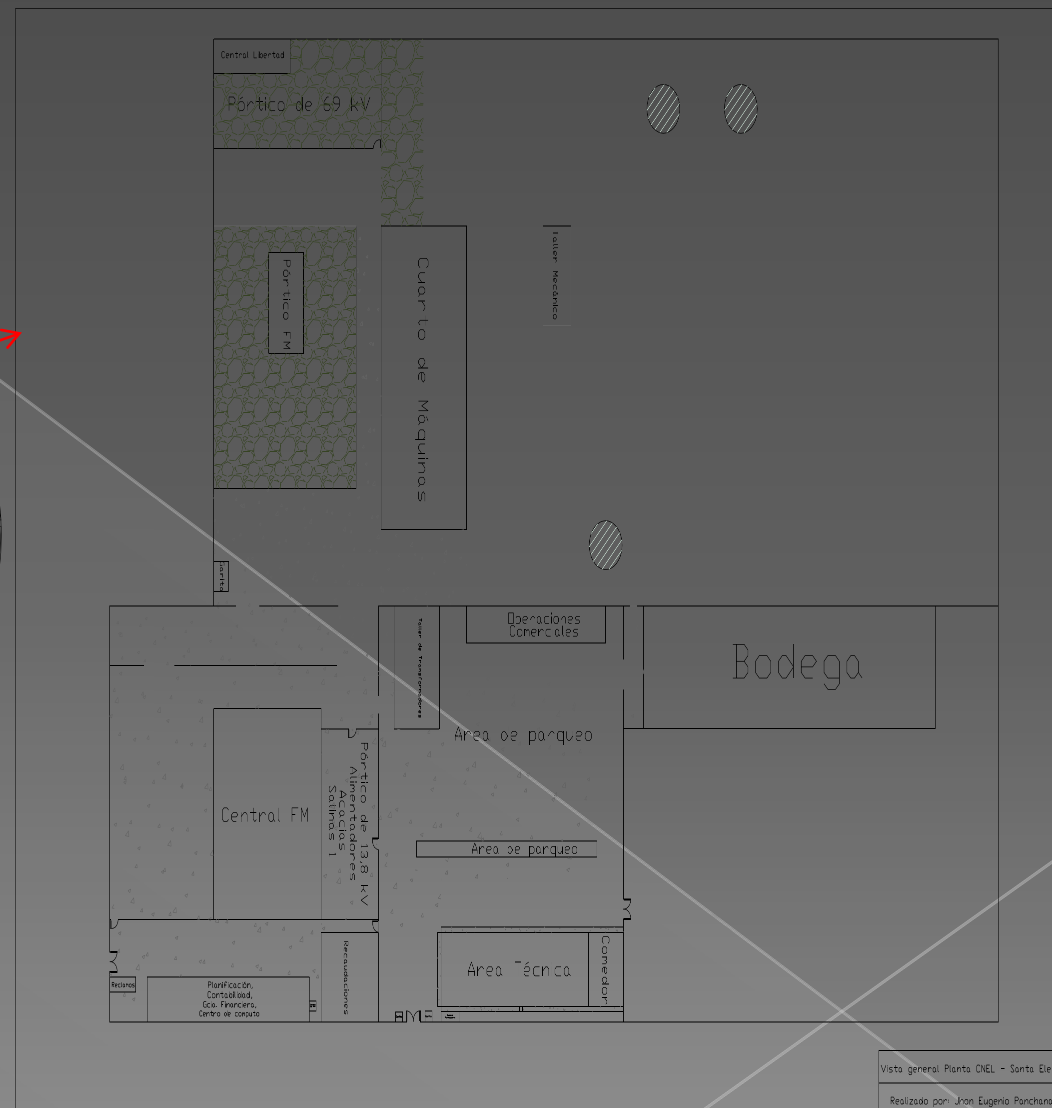
“RIESGOS POR LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO CON VALORES SUBESTANDARES EN UNA SUBESTACION ELECTRICA DE 13,8 kV A 0.24/0.12 kV”

Jhon Eugenio Panchana

Ubicación y vista general de la Planta de Cnel – Santa Elena





Riesgo eléctrico en subestaciones

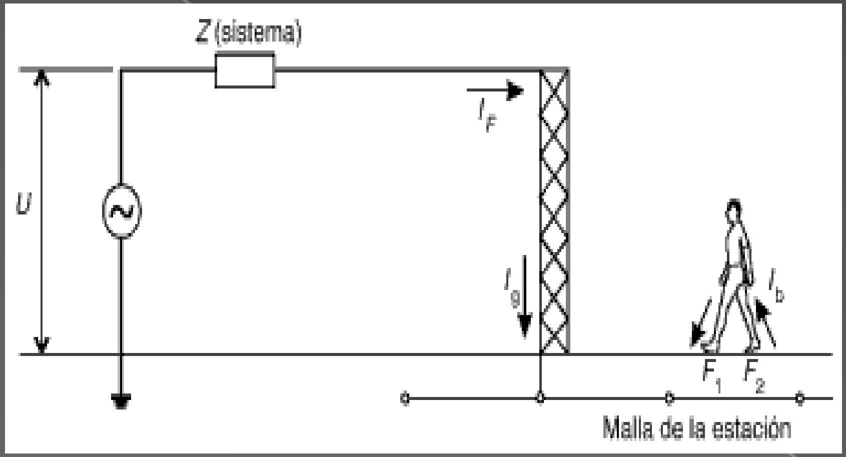
El impacto de rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento y descuidos en las distancias de seguridad son causas para quedar expuestos a los riesgos por las tensiones de paso y de contacto.

La falla más común en los sistemas eléctricos es el cortocircuito monofásico, es decir una falla entre fase y tierra.

Entre las causas para que se produzcan cortocircuitos podemos mencionar:

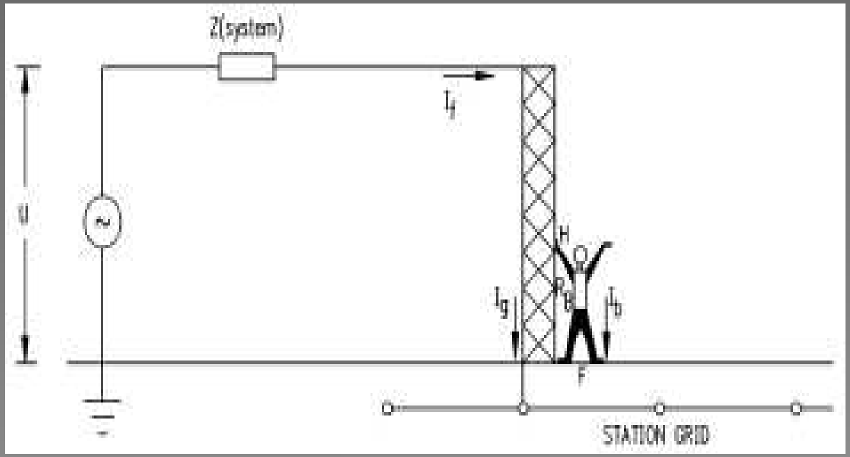
- Envejecimiento y desgaste de conductores eléctricos
- Empalmes anti-técnicos
- Defectos en los equipos
- Falta de mantenimiento de las instalaciones eléctricas
- Incumplimiento de normas
- Error en el dimensionamiento del calibre del conductor
- Error en el reemplazo de fusibles
- Falta de puesta a tierra
- Instalaciones provisionales defectuosas

Tensión de paso



Se define como la máxima diferencia de potencial entre los puntos que están haciendo contacto los dos pies de una persona, con una separación de un metro, que se encuentra caminando en el área de la subestación al ocurrir una falla de fase a tierra.

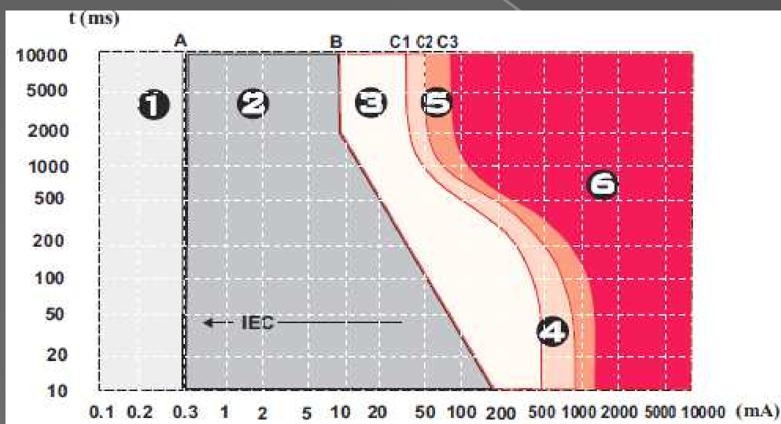
Tensión de contacto



Se define como la máxima diferencia de tensión entre el punto de contacto de los pies de una persona que se encuentra parada en el área de la subestación y el punto de contacto de una o de sus dos manos al tocar una estructura metálica cuando ocurre una falla de fase a tierra.

Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica

Las consecuencias del paso de la corriente por el cuerpo pueden ocasionar desde lesiones físicas secundarias (golpes, caídas, etc.), hasta la muerte por fibrilación ventricular.



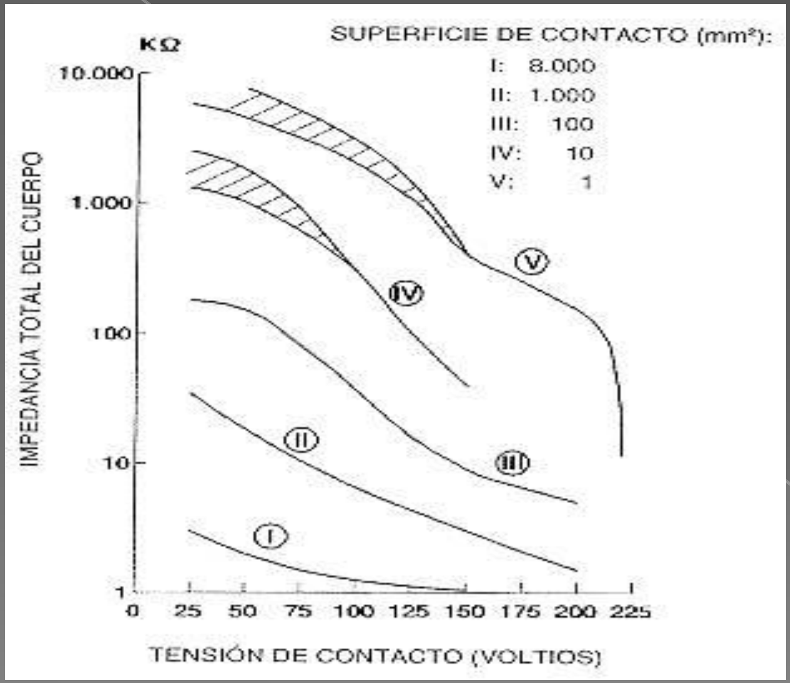
ZONA	1	Habitualmente ninguna reacción
ZONA	2	Habitualmente ningún efecto fisopatológico peligroso
ZONA	3	Habitualmente ningún riesgo de fibrilación
ZONA	4	Riesgo de fibrilación (hasta aprox. un 6%)
ZONA	5	Riesgo de fibrilación (hasta aprox. un 50%)
ZONA	6	Paro cardiaco, paro respiratorio y quemaduras severas Riesgo de fibrilación (por encima de un 50%)

Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 a 100 Hz

Las persona calificada responsable de la construcción de una instalación eléctrica debe evaluar el nivel de riesgo asociado a dicha instalación.

Impedancia del cuerpo humano

Su importancia en el resultado del accidente depende de las siguientes circunstancias: de la tensión, de la frecuencia, de la duración del paso de la corriente, de la temperatura, del grado de humedad de la piel, de la superficie de contacto, de la presión de contacto, de la dureza de la epidermis, etc.



Impedancia del cuerpo humano en función de la superficie de contacto

Cálculos de la Evaluación y Valorización de Riesgos de las Tensiones de Paso y de Contacto

Pórtico de 13,8 kV

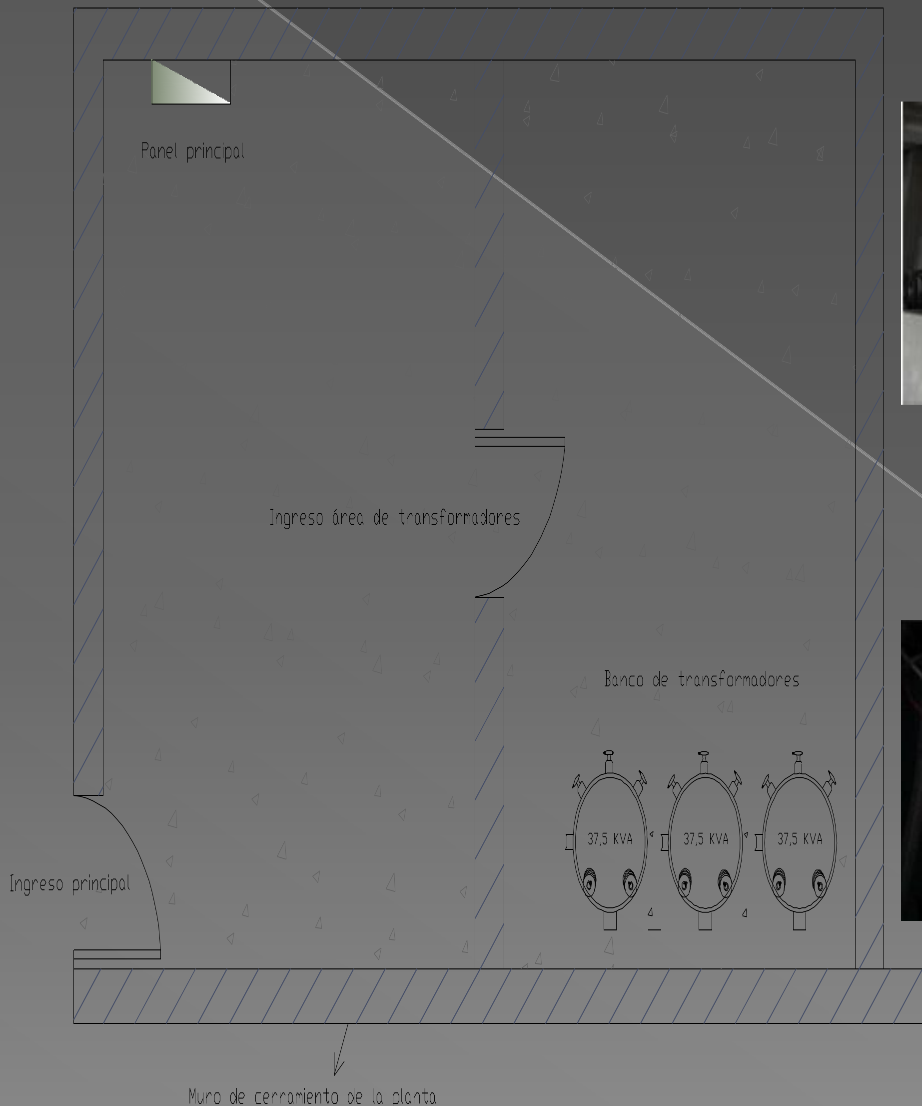
No hay restricción de acceso

NEC Art. 110.31, NOM Art 924,3

Equipos que no están en operación

MIE-RAT 14 punto 3.5 de la ITC

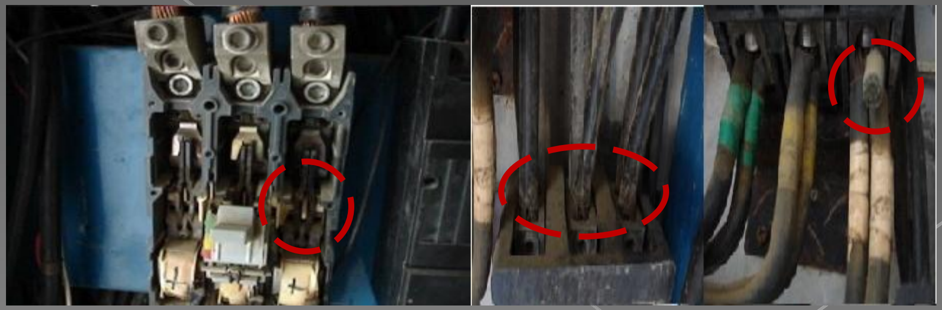
Cuarto del Banco de Transformadores



Disposición de equipos impiden mejor ventilación

NEC Art. 450.9, NEC Art. 665.23

Presencia de sulfatación, conductor sin retirar y señales de sobrecalentamiento



NEC 110.12 literal c

Área Técnica

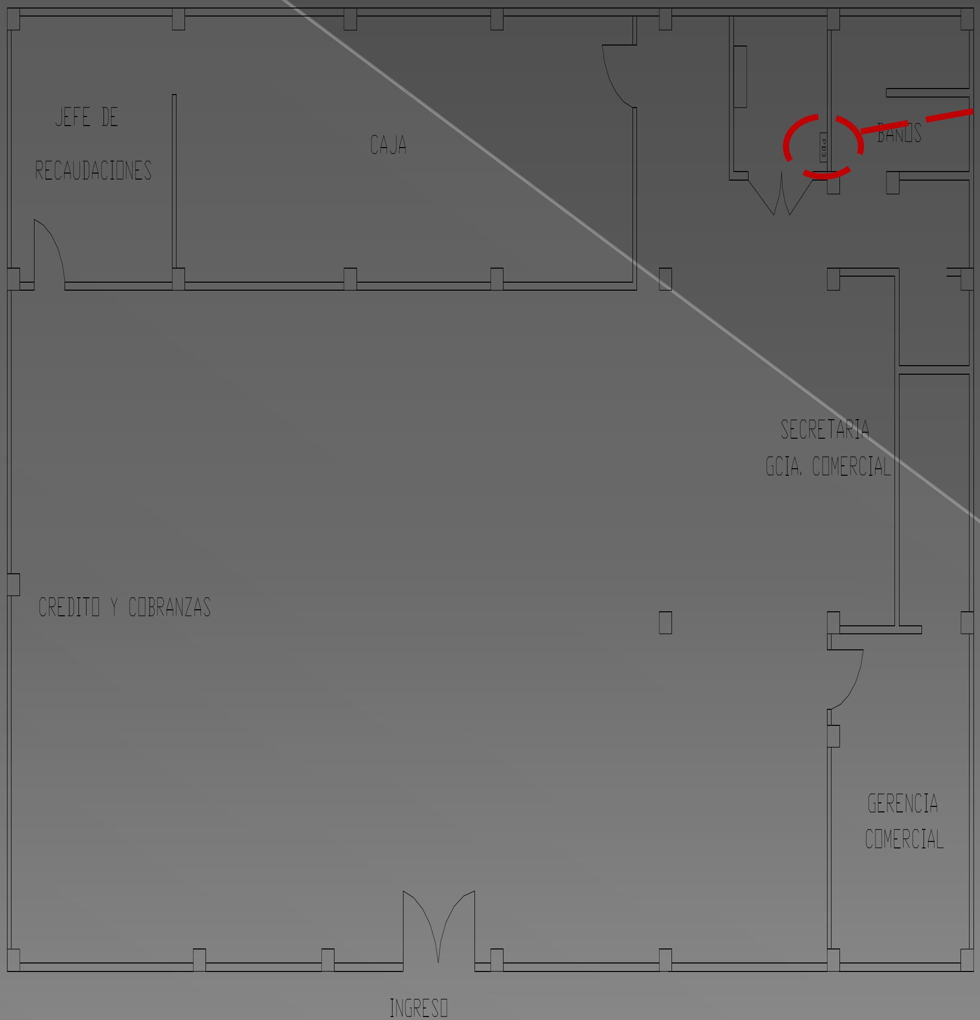
Panel ubicado en lugar donde se almacenan materiales de fácil combustión.
NEC 408.7

Panel ubicado en uno de los baños de esta área
NEC Art. 230.70 literal a) numeral 2, NEC Art. 408.5

Conductores en medio de la maleza y el agua

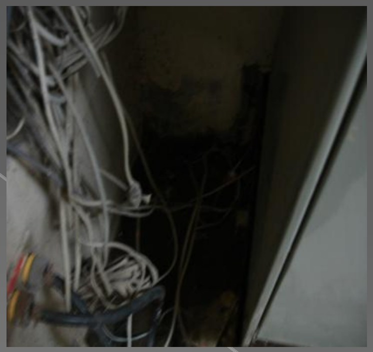
NEC Art. 110.11

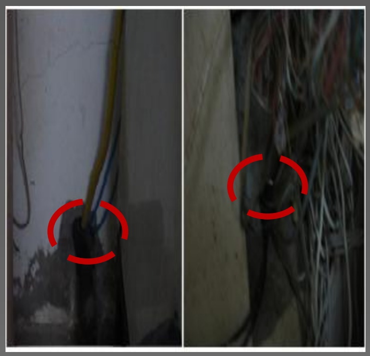
Área Recaudaciones



Panel ubicado en el baño de esta área NEC Art. 230.70 literal a) numeral 2, NEC Art. 408.5

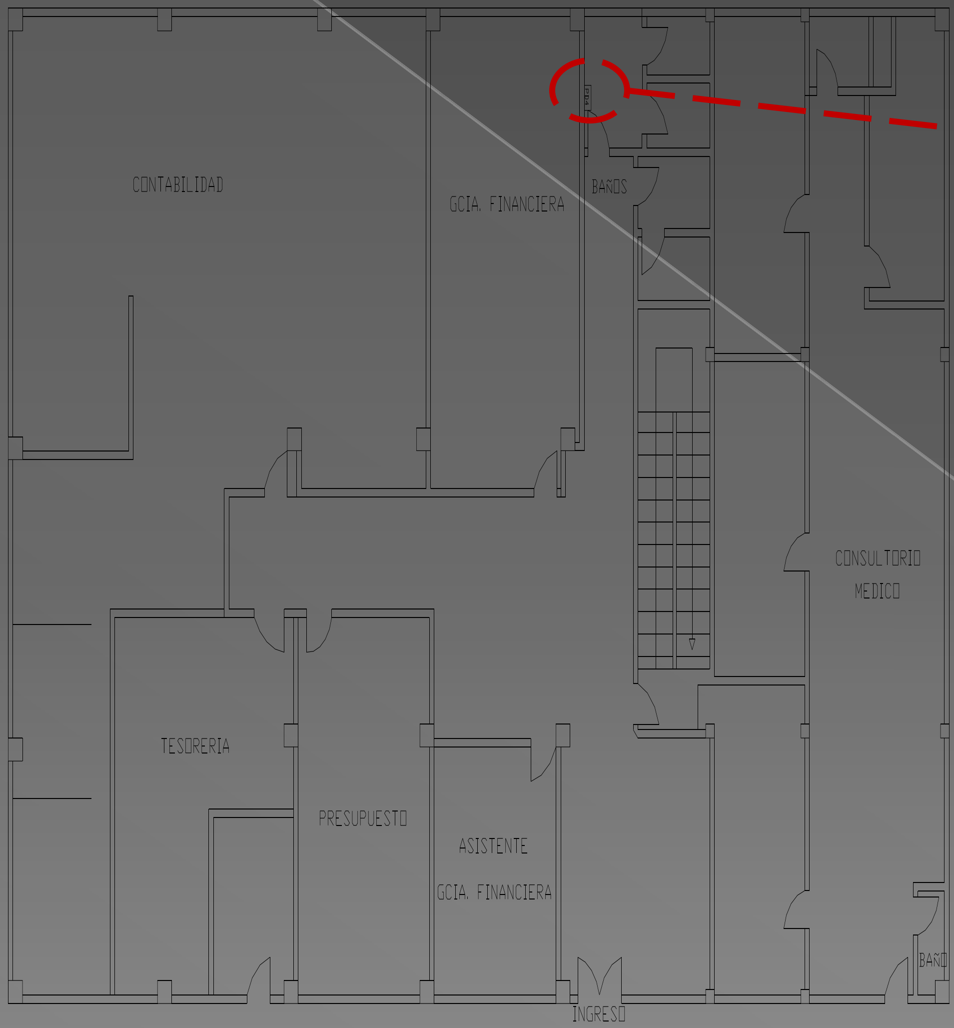
Conductores sin tubo pasante y en contacto con el agua.





NEC Art. 110.27 literal b) y c, NOM Art. 374.9 literal c

Área Contabilidad y Planificación

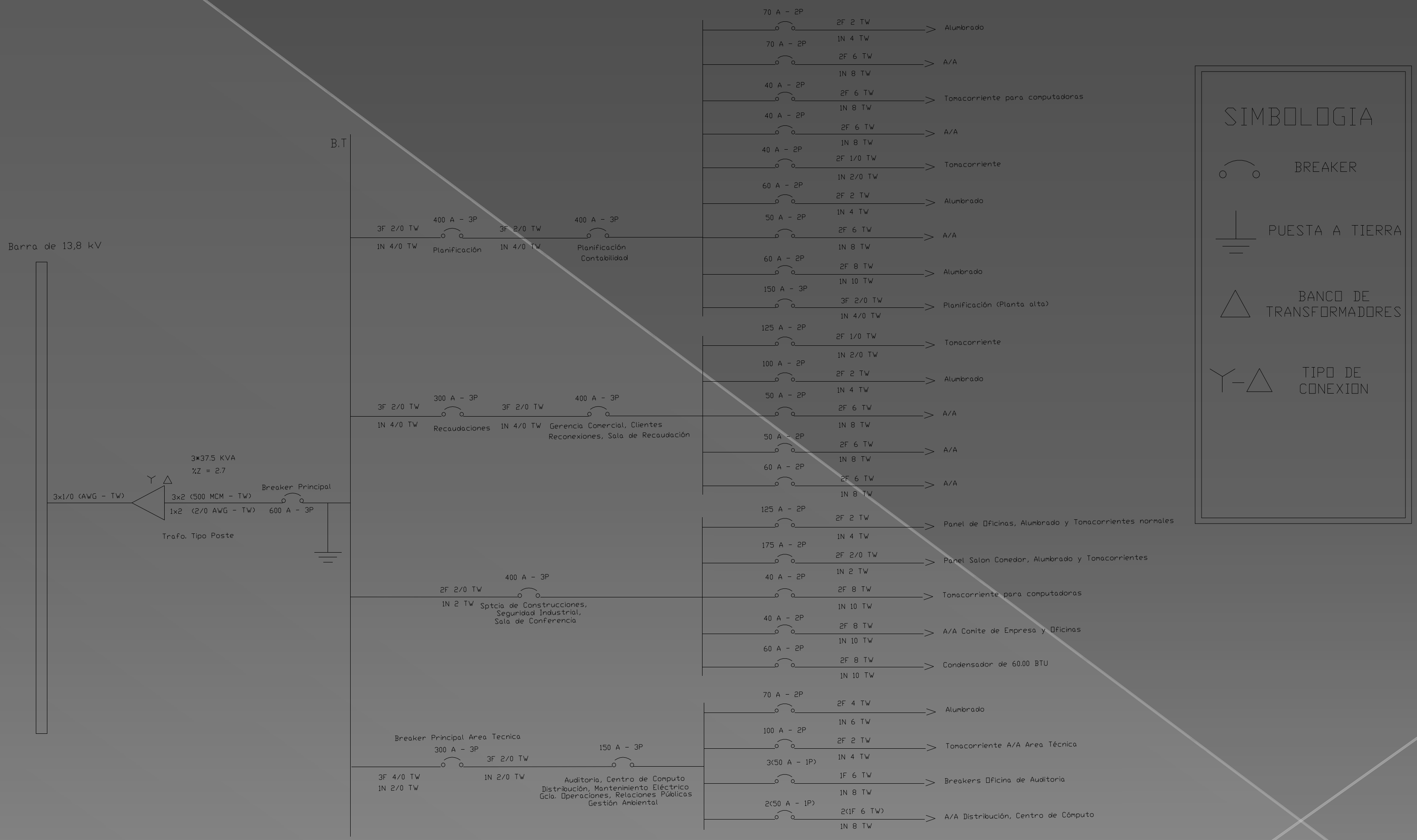


Panel ubicado en el baño de la planta baja de esta área
NEC Art. 230.70 literal a) numeral 2, NEC Art. 408.5

Panel sin señal de advertencia de riesgo eléctrico, y disyuntores sin identificación.

NEC Art. 230.70 literal a) numeral 2 y Art. 408.5, NEC Art. 110.27 literal b) y c), NOM Art. 374.9 literal c.

Diagrama Unifilar a nivel de 3.18 kV a 0.24/0.12 kV



Aplicación de la Valorización de Riesgos

Normas consideradas para el Check List

Las normas del National Electric Code (NEC 2002), Norma Oficial Mexicana (NOM 001-2005), Instrucción Técnica Complementaria (MIE – RAT 14), Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE 5ta actualización 2008), NTP399.010 (Norma Técnica Peruana)

Lista de chequeo (Check List)

FICHA Nº	1	SUBESTACION DE ENERGIA ELECTRICA		
FECHA	20/11/2009	LUGAR: PORTICO DE 13.8 kV		
ELABORADO POR	JHON EUGENIO PANCHANA	DEPARTAMENTO RESPONSABLE MANTENIMIENTO ELECTRICO Y SUBESTACIONES		
ITEM	Prevención de riesgos	SI	NO	OBSERVACIONES
1	Posee seguridad para impedir el acceso a personal no autorizado. ➢ NEC Art. 110.31 ➢ NOM Art. 924.3		X	Una parte de la malla que se encuentra sujeta encima del muro frontal que cerca el pórtico presenta deficiencias.
2	Señalización de equipos que indiquen que están fuera de uso. ➢ MIE – RAT 14 punto 3.5		X	
3	El personal que realiza trabajos en el pórtico está calificado y autorizado para su realización.	X		
4	Señalización y delimitación de la zona cuándo se realizan trabajos de mantenimiento o reparación de equipos.		X	
5	Trabajadores usan los EPP cuándo se realizan trabajos de reparación o mantenimiento.	X		
6	Se lleva un control de fallos y reparaciones de los equipos.	X		
7	Se posee un control predictivo de mantenimiento.	X		
8	Cuenta con el sistema de puesta a tierra.	X		
9	Se cuenta con la respectiva señalización de advertencia de peligro de riesgo eléctrico y uso de EPP para realizar trabajos en el área.			

<table>
<tr><td>FICHA Nº</td><td>2</td><td colspan="3">SUBESTACION DE ENERGIA ELECTRICA</td></tr>
<tr><td>FECHA</td><td>10/12/2009</td><td colspan="3">LUGAR: BANCO DE TRANSFORMADORES</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ELABORADO POR</td><td rowspan="2">JHON EUGENIO PANCHANA</td><td colspan="3">DEPARTAMENTO RESPONSABLE</td></tr>
<tr><td colspan="3">MANTENIMIENTO ELECTRICO Y SUBESTACIONES</td></tr>
<tr><td>ITEM</td><td>Prevención de riesgos</td><td>SI</td><td>NO</td><td>OBSERVACIONES</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Posee seguridad para impedir el acceso a personal no autorizado.</td><td>X</td><td></td><td>El cuarto de transformadores posee dos divisiones: una para el banco de transformadores y otro donde se encuentra el tablero principal.
Solo la puerta de acceso principal tiene cerradura, la del banco de transformadores no.</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Las partes metálicas del transformador y el tablero principal están puestas a tierra.</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Posee una ventilación adecuada, para que los equipos operen a temperatura nominal.
➢ NEC Art. 450.9
➢ NOM Art. 450.9
➢ NOM Art. 924.4 literal d</td><td></td><td>X</td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Posee la iluminación adecuada.
➢ NEC Art. 110.34 literal d</td><td></td><td>X</td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>El peso de conductores es a través de tubo pasante.</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Tiene señales preventivas de advertencia de riesgo eléctrico y su ubicación es la adecuada.
➢ NEC Art. 110.34 literal c
➢ NEC Art. 110.27 literal c
➢ NTP399.010</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Los transformadores poseen datos de placa, en donde se indique el nombre del fabricante, capacidad nominal, frecuencia, tensión eléctrica en el primario y secundario, impedancia y temperatura.</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td>Se lleva un control de fallos y reparaciones de los equipos.</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>9</td><td>Se posee un control predictivo de mantenimiento</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>10</td><td>Los medios de desconexión se encuentran plenamente identificados.</td><td></td><td>X</td><td>En el tablero principal se encuentra un disyuntor que no posee identificación de a que circuito pertenece.</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Loa dispositivos de protección se encuentran en óptimas condiciones.</td><td></td><td>X</td><td>El disyuntor principal presenta ausencia de su cubierta frontal lo cual disminuye la vida útil del dispositivo.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>FICHA Nº</td><td>3</td><td colspan="3">SUBESTACION DE ENERGIA ELECTRICA</td></tr>
<tr><td>FECHA</td><td>13/12/2009</td><td colspan="3">LUGAR: AREA TECNICA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ELABORADO POR</td><td rowspan="2">JHON EUGENIO PANCHANA</td><td colspan="3">DEPARTAMENTO RESPONSABLE</td></tr>
<tr><td colspan="3">MANTENIMIENTO ELECTRICO Y SUBESTACIONES</td></tr>
<tr><td>ITEM</td><td>Prevención de riesgos</td><td>SI</td><td>NO</td><td>OBSERVACIONES</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Los tableros de distribución se encuentran ubicados en lugares secos.
➢ NEC Art. 408.5
➢ NOM Art. 384.5, 384.6</td><td></td><td>X</td><td>El tablero que alimenta a Distribución, Mantenimiento Eléctrico, Auditoria, se encuentra ubicado en uno de los baños del área.</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Los tableros cuentan con las señales preventivas de riesgo eléctrico.
➢ NEC Art. 665.23
➢ RETIE Capítulo II Art. 17.9.2.
➢ NTP399.010</td><td></td><td>X</td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Se encuentran ubicados en lugares donde no existen materiales fácilmente inflamables.
➢ NEC Art. 408.7
➢ NOM Art. 384.7</td><td></td><td>X</td><td>El tablero que alimenta a Seguridad Industrial, Comedor, Comité de Empresa se encuentra ubicado en un lugar donde se almacenan materiales como carpetas, archivadores, etc.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>La carcasa de los tableros se encuentra debidamente aterrizada.</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>El peso de conductores es a través de tubo pasante.</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>El tablero cuenta con un disyuntor principal</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Las bases metálicas de las centrales de aire acondicionado tienen la conexión de puesta a tierra.
➢ NEC Art. 250.4 literal a numeral 2.
➢ NOM Art. 250.42 literal b y c.</td><td></td><td>X</td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td>Los medios de desconexión están plenamente identificados.</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>9</td><td>Los conductores y equipo eléctrico se encuentran en lugares secos.
➢ NEC Art. 110.11</td><td></td><td>X</td><td>En la parte posterior existen conductores en donde las cajas de paso se acumula agua reduciendo la vida útil del aislamiento.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>El tablero cuenta con un disyuntor para cada circuito.</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>11</td><td>Los elementos desnudos energizados están colocados fuera del alcance de las personas</td><td></td><td>X</td><td>Ambos tableros se encuentran al alcance de personal no calificado, pero el que se encuentra en el baño es el que fácilmente es accesible.</td></tr>
</table>

FICHA Nº	4	SUBESTACION DE ENERGIA ELECTRICA		
FECHA	13/12/2009	LUGAR: AREA RECAUDACIONES		
ELABORADO POR	JHON EUGENIO PANCHANA	DEPARTAMENTO RESPONSABLE MANTENIMIENTO ELECTRICO Y SUBESTACIONES		
ITEM	Prevención de riesgos	SI	NO	OBSERVACIONES
1	El tablero de distribución se encuentra ubicado en un lugar seco. ➢ NEC Art. 408.5 ➢ NOM Art. 384.5, 384.6		X	El tablero está ubicado en el mismo lugar que las centrales de aire acondicionado.
2	El tablero cuenta con las señales preventivas de riesgo eléctrico. ➢ NEC Art. 665.23 ➢ RETIE Capítulo II Art. 17.9.2. ➢ NTP399.010		X	
3	La carcasa de los tableros eléctricos tienen la puesta a tierra.	X		
4	El paso de conductores es a través de tubo pasante. ➢ NOM Art. 374.9 literal c.		X	
5	El tablero cuenta con un disyuntor para cada circuito	X		
6	Los conductores y equipo eléctrico se encuentran en lugares secos. ➢ NEC Art. 110.11		X	En el sitio existen conductores que se encuentran en el piso, en el cual se almacena el agua que sale desde los equipos para el sistema de A/A
7	Las bases metálicas de las centrales de aire acondicionado tienen la conexión de puesta a tierra. ➢ NEC Art. 250.4 literal a numeral 2. ➢ NOM Art. 250.42 literal b y c.		X	
8	Los medios de desconexión están plenamente identificados.	X		
9	Los elementos desnudos energizados están colocados fuera del alcance de las personas		X	El sitio donde se encuentra ubicado el tablero es accesible a las personas, que realizan sus pagos, por cuanto está ubicado junto a los baños del lugar.
10	El tablero cuenta con un disyuntor principal	X		

FICHA Nº	5	SUBESTACION DE ENERGIA ELECTRICA		
FECHA	18/12/2009	LUGAR: AREA CONTABILIDAD Y PLANIFICACION		
ELABORADO POR	JHON EUGENIO PANCHANA	DEPARTAMENTO RESPONSABLE MANTENIMIENTO ELECTRICO Y SUBESTACIONES		
ITEM	Prevención de riesgos	SI	NO	OBSERVACIONES
1	El tablero de distribución se encuentra ubicado en un lugar seco. ➢ NEC Art. 408.5 ➢ NOM Art. 384.5, 384.6		X	Está ubicado en el baño ubicado en la planta baja del edificio.
2	El tablero cuenta con las señales preventivas de riesgo eléctrico. ➢ NEC Art. 665.23 ➢ RETIE Capítulo II Art. 17.9.2. ➢ NTP399.010		X	
3	La carcasa del tablero se encuentra debidamente aterrizada.	X		
4	El paso de conductores es a través de tubo pasante. ➢ NOM Art. 374.9 literal c.		X	En el área destinada para los equipos de A/A existe esta condición lo cual puede ocasionar el deterioro del aislamiento.
5	El tablero cuenta con un disyuntor principal	X		
6	Los elementos desnudos energizados están colocados fuera del alcance de las personas.		X	La puerta de apertura del tablero no presta las seguridades del caso, por lo que al estar ubicado a la entrada del baño podría ser manipulado por alguna persona. Además en el área existen dos equipos para el sistema de A/A que son accesibles para el público en general
7	Los medios de desconexión están plenamente identificados		X	
8	El tablero cuenta con un disyuntor para cada circuito.	X		

Resumen del Check List

EVALUACION DEL CHECK LIST			
AREA DE ANALISIS	NORMAS CUMPLIDAS	TOTAL	PORCENTAJE
PORTICO DE 13.8 kV	6	9	66,66
CUARTO DE TRANSFORMADORES	6	13	46,15
AREA TECNICA	5	11	45,45
AREA RECAUDACIONES	4	10	40
AREA CONTABILIDAD Y PLANIFICACION	3	8	37,5

Es de recordar que una instalación segura debe cumplir con el 100% de las normas y una instalación segura y aceptable debe cumplir más del 80% de las normas, todos los valores menores al 50% son considerados como críticos.

Metodología de Valorización Fine

Permite establecer prioridades entre las distintas situaciones de riesgo en función del peligro causado.

Cálculo de la Gravedad del Riesgo

GR = P*E*C

Consecuencia	Valor
a. Catastrófico: Muchas muertes o daños mayores a US$ 10.000.000	100
b. Desastre: Algunas muertes o daños mayores a US$ 1.000.000	40
c. Muy Seria: Una muerte o daños mayores a US$ 100.000	15
d. Seria: Lesión de incapacidad permanente o daños mayores a US$ 10.000	7
e. Importante: Lesión con incapacidad temporal o daños mayores a US$ 1.000	3
f. Notable: Lesión menor tratada con primeros auxilios o daños mayores a US$ 100	1

Probabilidad	Valor
a. Altamente probable	10
b. Muy probable	6
c. Poco usual, pero probable. ”Ha ocurrido aquí”	3
d. Muy poco usual. “Ha ocurrido en alguna parte”	1
e. Imaginable, pero muy poco probable. “No ha pasado hasta el momento”	0,5
f. Prácticamente improbable	0,2
g. Virtualmente imposible	0,1

Exposición	Valor
a. Continua; muchas veces al día	10
b. Frecuente; diariamente	6
c. Ocasional; semanalmente	3
d. Poco usual; mensualmente	2
e. Raro; unas pocas veces al año	1
f. Muy raro; anualmente	0,5
g. Ninguna exposición	0

Gravedad del Riesgo	Clasificación del riesgo
Más de 400	Riesgo muy alto. Considere la terminación de la operación
De 200 a 400	Riesgo alto. Requiere corrección inmediata
De 70 a 200	Riesgo substancial. Necesita corrección
De 20 a 70	Riego posible. Atención
Menos de 20	Riesgo aceptable en el estado actual

Valorización de los Riesgos

Pórtico de 13,8 kV

DESCRIPCION	IDENTIFICACION CHECK LIST		VALORIZACION FINE				
	FACTOR DE RIESGO	RIESGO	NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE EXPOSICION	NIVEL DE CONSECUENCIA	GRAVEDAD DEL RIESGO	INTERVENCION
SEGURIDAD Y DEFENSAS	Señalización de equipos que indiquen que están fuera de uso	Manipulación o accionamientos accidental de equipos	1	6	6	36	Riesgo posible. Atención
	El local permanece cerrado y a ellos sólo ingresa personal autorizado.	Equipos expuestos a personal no autorizado	6	6	6	216	Riesgo alto. Requiere corrección inmediata.
	Se señaliza y delimita la zona cuándo se realizan trabajos de mantenimiento o reparación de equipos.	Accidentes a personal no autorizado, contactos directos e indirectos.	3	3	6	54	Riesgo posible. Atención

Área Técnica

DESCRIPCION	IDENTIFICACION CHECK LIST		VALORIZACION FINE				
	FACTOR DE RIESGO	RIESGO	NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE EXPOSICION	NIVEL DE CONSECUENCIA	GRAVEDAD DEL RIESGO	INTERVENCION
SEGURIDAD Y DEFENSAS	Señalización de equipos que indiquen que están fuera de uso	Manipulación o accionamientos accidental de equipos	1	6	6	36	Riesgo posible. Atención
	El local permanece cerrado y a ellos sólo ingresa personal autorizado.	Equipos expuestos a personal no autorizado	6	6	6	216	Riesgo alto. Requiere corrección inmediata.
	Se señaliza y delimita la zona cuándo se realizan trabajos de mantenimiento o reparación de equipos.	Accidentes a personal no autorizado, contactos directos e indirectos.	3	3	6	54	Riesgo posible. Atención

Bodega de Transformadores

DESCRIPCION	IDENTIFICACION CHECK LIST		VALORIZACION FINE				
	FACTOR DE RIESGO	RIESGO	NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE EXPOSICION	NIVEL DE CONSECUENCIA	GRAVEDAD DEL RIESGO	INTERVENCION
ESTRUCTURA	Dificultad al realizar trabajos de mantenimiento.	Accidentes laborales, malas maniobras.	1	6	6	36	Riesgo posible. Atención
	La ventilación en el lugar no es la adecuada.	Calentamiento, cortocircuito.	6	3	6	108	Riesgo substancial. Necesita corrección.
ILUMINACION	Escasa iluminación	Accidentes laborales al realizar trabajos de mantenimiento y operación.	3	3	6	54	Riesgo posible. Atención
CABLEADO Y EQUIPO ELECTRICO	Conductores sin información.	Sobrecarga de conductores.	3	3	6	54	Riesgo posible. Atención
	Conductores cortados en uno de los disyuntores.	Contacto directo e indirecto.	1	6	4	24	Riesgo posible. Atención
	Presencia de humedad.	Deño de equipos.	3	10	4	120	Riesgo substancial. Necesita corrección.
TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL	Señales de advertencia de riesgo eléctrico.	Electrocución, Contactos accidentales	6	3	6	108	Riesgo substancial. Necesita corrección.
	No hay barreras de acrílico delante de barras.	Contacto directo	3	3	6	54	Riesgo posible. Atención
	Mal estado del tablero.	Contactos accidentales.	1	3	10	30	Riesgo posible. Atención
	Dispositivos de protección obsoletos.	Disminución de seguridad de los equipos, sobrecarga	6	3	6	108	Riesgo substancial. Necesita corrección.

Área Técnica

DESCRIPCION	IDENTIFICACION CHECK LIST		VALORIZACION FINE				
	FACTOR DE RIESGO	RIESGO	NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE EXPOSICION	NIVEL DE CONSECUENCIA	GRAVEDAD DEL RIESGO	INTERVENCION
TABLERO DE DISTRIBUCION TD1	Señales de advertencia de riesgo eléctrico.	Accidentes al personal, contactos accidentales.	6	3	6	30	Riesgo posible. Atención
TABLERO DE DISTRIBUCION TD2	Señales de advertencia de riesgo eléctrico.	Accidentes al personal.	6	10	6	6	Riesgo alto. Requiere corrección inmediata.
	No hay barreras de acrílico delante de barras.	Contacto indirecto, arcos eléctricos.	3	3	6	6	Riesgo posible. Atención
	El tablero está ubicado donde el personal se expone a daños por la cercanía a partes vivas	Contactos directos e indirectos.	6	10	6	360	Riesgo alto. Requiere corrección inmediata.
CABLEADO Y EQUIPO ELECTRICO	Las bases metálicas de los equipos de aire acondicionado no están conectadas a tierra.	Contactos accidentales.	3	3	4	36	Riesgo posible. Atención
	Conductores están en contacto con el agua.	Contactos accidentales.	6	6	4	144	Riesgo substancial. Necesita corrección.

Área Recaudaciones

DESCRIPCION	IDENTIFICACION CHECK LIST		VALORIZACION FINE				
	FACTOR DE RIESGO	RIESGO	NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE EXPOSICION	NIVEL DE CONSECUENCIA	GRAVEDAD DEL RIESGO	INTERVENCION
TABLERO DE DISTRIBUCION TD3	Señales de advertencia de riesgo eléctrico.	Accidentes al personal, contactos accidentales.	6	3	6	108	Riesgo substancial. Necesita corrección.
	No hay barreras de acrílico delante de barras.	Contacto indirecto, arcos eléctricos.	6	3	6	108	Riesgo substancial. Necesita corrección.
	El tablero está ubicado donde el personal se expone a daños por la cercanía a partes vivas	Contactos directos e indirectos.	6	3	6	108	Riesgo substancial. Necesita corrección.
CABLEADO Y EQUIPO ELECTRICO	El área es húmeda ya que existe presencia de agua.	Pérdida del aislamiento, electrocución.	3	6	6	108	Riesgo substancial. Necesita corrección.
	Paso de conductores sin tubo pasante.	Deterioro del aislamiento, cortocircuito.	3	6	6	108	Riesgo substancial. Necesita corrección.
	No se posee seguridad para impedir el acceso a personal no autorizado.	Electrocución, contacto directo e indirecto.	3	4	6	54	Riesgo posible. Atención
	Las bases metálicas de los equipos de aire acondicionado, presentan corrosión y no están conectadas a tierra.	Contactos directos e indirectos.	6	6	4	144	Riesgo substancial. Necesita corrección
	Conductores expuestos, sin canalización.	Cortocircuitos, daños en conductores	6	3	4	72	Riesgo substancial. Necesita corrección
	No existe la ventilación adecuada.	Calentamiento, cortocircuito.	6	10	6	360	Riesgo alto. Requiere corrección inmediata.

Área Contabilidad y Planificación

DESCRIPCION	IDENTIFICACION CHECK LIST		VALORIZACION FINE				
	FACTOR DE RIESGO	RIESGO	NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE EXPOSICION	NIVEL DE CONSECUENCIA	GRAVEDAD DEL RIESGO	INTERVENCION
TABLERO DE DISTRIBUCION PD4	Señales de advertencia de riesgo eléctrico.	Accidentes al personal.	6	6	6	216	Riesgo alto. Requiere corrección inmediata.
	No hay barreras de acrílico delante de barras.	Contacto indirecto, arcos eléctricos.	3	6	6	108	Riesgo substancial. Necesita corrección.
	El tablero está ubicado donde el personal se expone a daños por la cercanía a partes vivas	Contactos directos e indirectos.	3	6	6	108	Riesgo substancial. Necesita corrección.
CABLEADO Y EQUIPO ELECTRICO	Conductores expuestos, sin canalización.	Cortocircuitos, daños en conductores	6	6	4	144	Riesgo substancial. Necesita corrección.
	No se posee seguridad para impedir el acceso a personal no autorizado.	Electrocución, contacto directo e indirecto.	6	6	4	144	Riesgo substancial. Necesita corrección
	Paso de conductores sin tubo pasante.	Deterioro del aislamiento, cortocircuito	3	6	6	108	Riesgo substancial. Necesita corrección
	Terminales de conexiones de equipo de aire acondicionado expuestos a la intemperie	Contactos accidentales.	6	6	4	144	Riesgo substancial. Necesita corrección
	Las bases metálicas de los equipos de aire acondicionado no están conectadas a tierra.	Contactos accidentales.	3	6	4	72	Riesgo substancial. Necesita corrección

Resumen del Nivel de Riesgo

AREA DE ANALISIS	MAGNITUD DE RIESGO	NIVEL DE RIESGO
PORTICO DE 13.8 kV	102	Riesgo substancial. Necesita corrección
CUARTO DE TRANSFORMADORES	69,6	Riesgo substancial. Necesita corrección
AREA TECNICA	177	Riesgo substancial. Necesita corrección
AREA RECAUDACIONES	130	Riesgo substancial. Necesita corrección
AREA CONTABILIDAD Y PLANIFICACION	132	Riesgo substancial. Necesita corrección

Cálculo de la Corriente de Cortocircuito – Método Punto a Punto

Determinamos la carga total en amperes del transformador con la siguiente fórmula:

$$I_{ST} = \frac{KVA * 1000}{E_{LL}}$$

$$I_{ST} = 156{,}25\ A$$

Se determina el factor multiplicador de impedancias transformador:

$$F_Z = \frac{100}{\%Z}$$

$$F_Z = 13{,}71742112$$

Determinamos factor multiplicador de corriente de cortocircuito

$$I_{CCT} = I_{ST} * F_Z$$

I_{CCT} = 2143, 347051 A

Determinamos el factor multiplicador de falla $F_{CC1}\phi$ de fase a tierra:

$$F_{CC1\phi} = \frac{(2 * L * I_{CCT})}{C * E_{\phi}}$$

$F_{CC1}\phi$ = 0,001952273

Se procede a encontrar el multiplicador M para hallar la corriente de cortocircuito en el punto de falla:

$$M = \frac{1}{1 + F_{CC}}$$

M = 0,998051531

Se calcula la corriente de cortocircuito en el punto de falla:

$$I_f = I_{CCT} * M$$

If = 2139,170806 A

Tensión de contacto tolerable

$$E_{CP} = \frac{116 + 0.17\rho_s}{\sqrt{t}}$$

Tensión de paso tolerable

$$E_{PP} = \frac{116 + 0.7\rho_s}{\sqrt{t}}$$

Tensión de contacto en caso de falla

$$E_{cf} = \frac{K_m * K_i * \rho * I_{cc}}{L_c}$$

Tensión de paso en caso de falla

$$E_{pf} = \frac{K_s * K_i * \rho * I_{cc}}{L_c}$$

Controles y Medidas para minimización de Riesgos

Diseño de puesta a tierra

La puesta a tierra es una de las principales defensas ante choques eléctricos accidentales y sobre voltajes inesperados en un sistema eléctrico.

Diseño inicial de la malla

CARACTERISTICA	UNIDADES	VALORES
GPR (máximo potencial a tierra)	V	2511
Tensión de paso tolerable	V	5410
Tensión de contacto tolerable	V	1519
Tensión de contacto en caso de falla	V	344
Tensión de paso en caso de falla	V	233

Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de paso en caso de falla (V)
Mayor a 2 segundos	640
500 milisegundos (0,5 s)	1440
400 milisegundos (0,4 s)	1800
300 milisegundos (0,3 s)	2400
200 milisegundos (0,2 s)	3600
100 milisegundos (0,1 s)	7200

Rediseño de la malla

CARACTERISTICA	UNIDADES	VALORES
GPR (máximo potencial a tierra)	V	1150
Tensión de paso tolerable	V	5410
Tensión de contacto tolerable	V	1519
Tensión de contacto en caso de falla	V	143
Tensión de paso en caso de falla	V	106

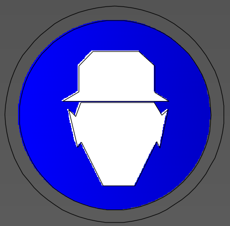
Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de contacto en caso de falla (V)
Mayor a 2 segundos	64
500 milisegundos (0,5 s)	144
400 milisegundos (0,4 s)	180
300 milisegundos (0,3 s)	240
200 milisegundos (0,2 s)	360
100 milisegundos (0,1 s)	720

Símbolos eléctricos y señalización de seguridad

Transmiten mensajes de prevención, prohibición o información en forma clara, precisa y de fácil entendimiento para todos, en una zona en la que se ejecutan trabajos eléctricos o en zonas de operación de maquinas, equipos o instalaciones que entrañen un peligro potencial

Señalización de advertencia

Señalización de prohibición

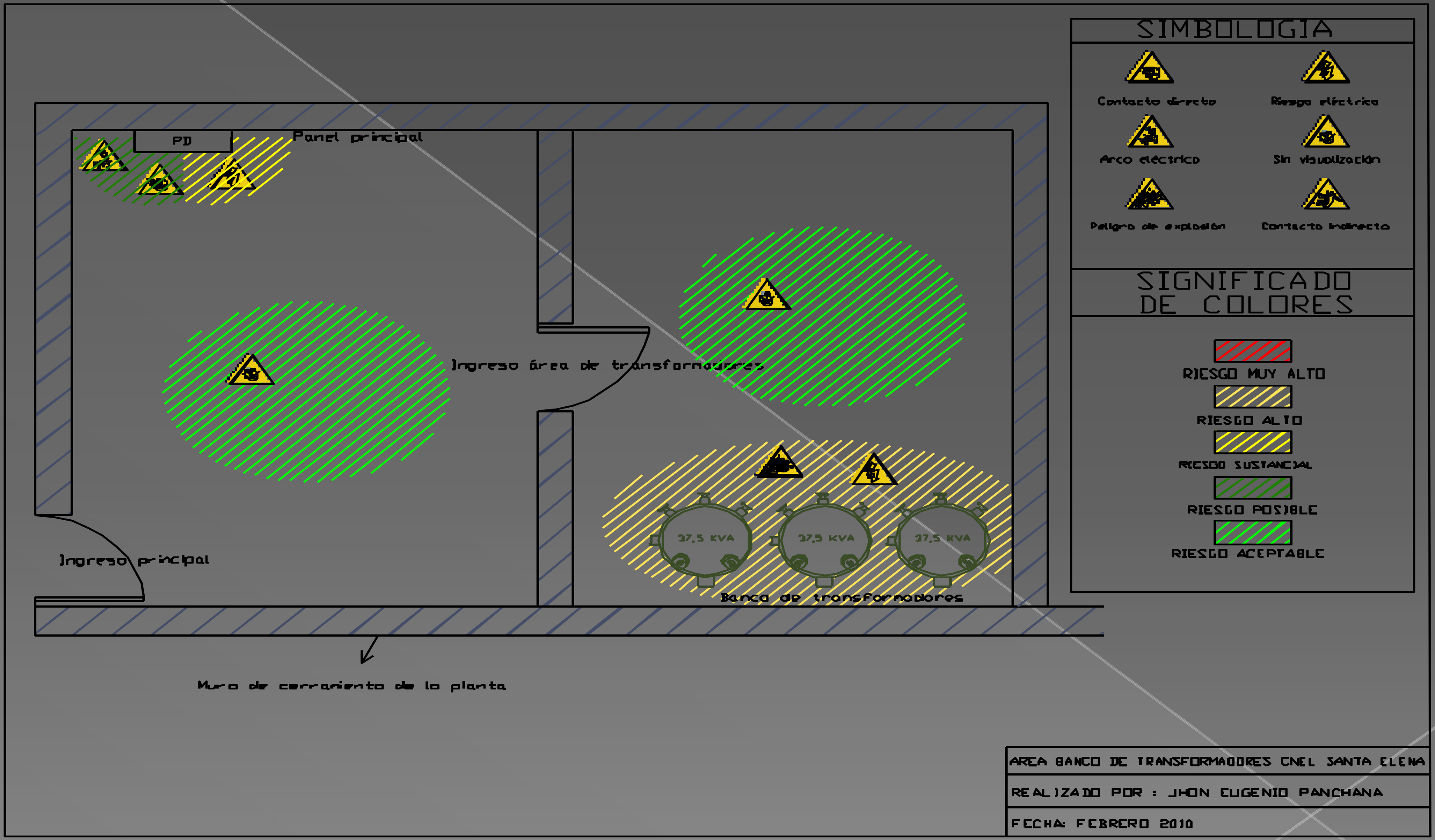


Señalización de obligación

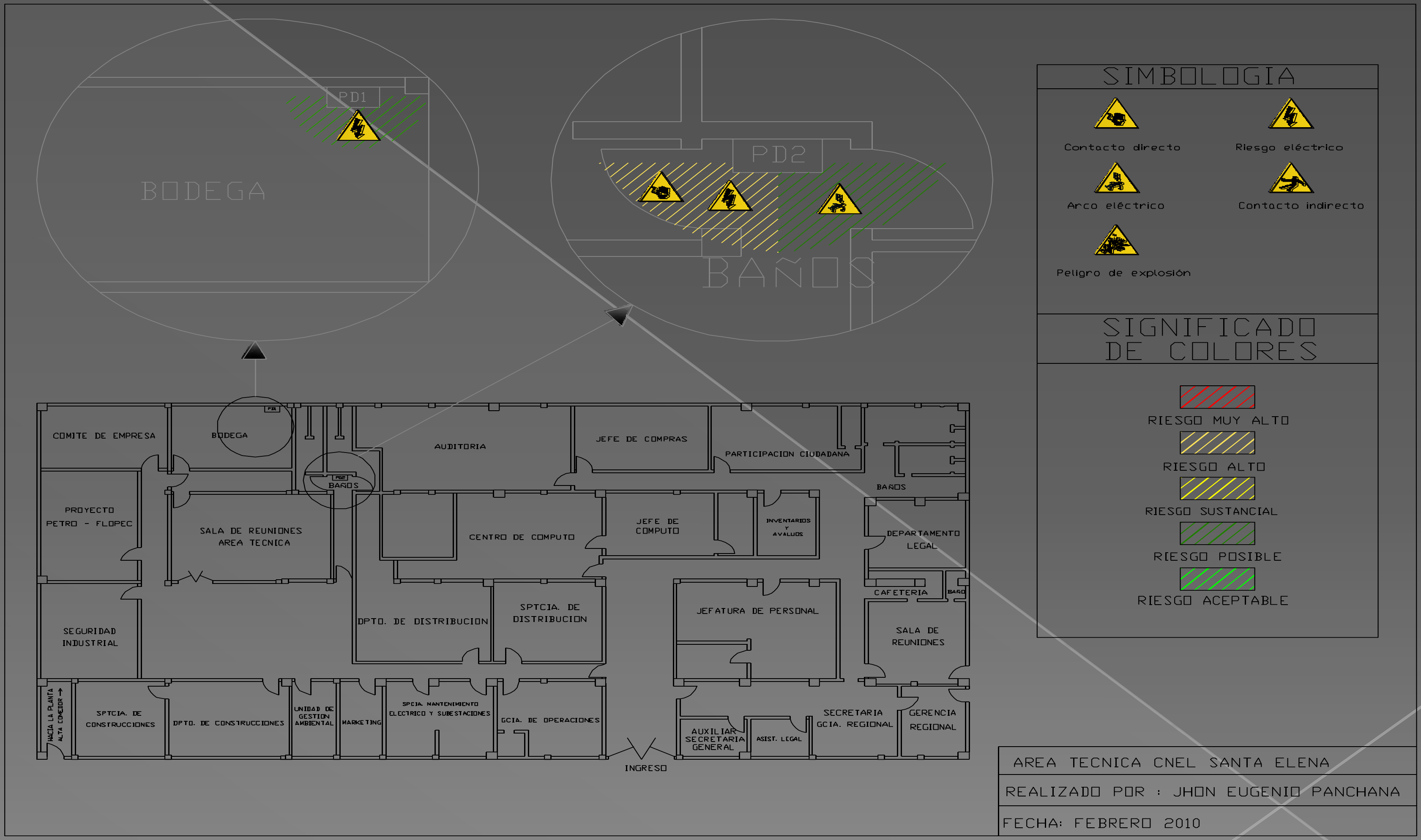
Mapas de Riesgo

Básicamente es la descripción gráfica de la presencia de los factores de riesgo en las instalaciones de una empresa, mediante simbología previamente definida.

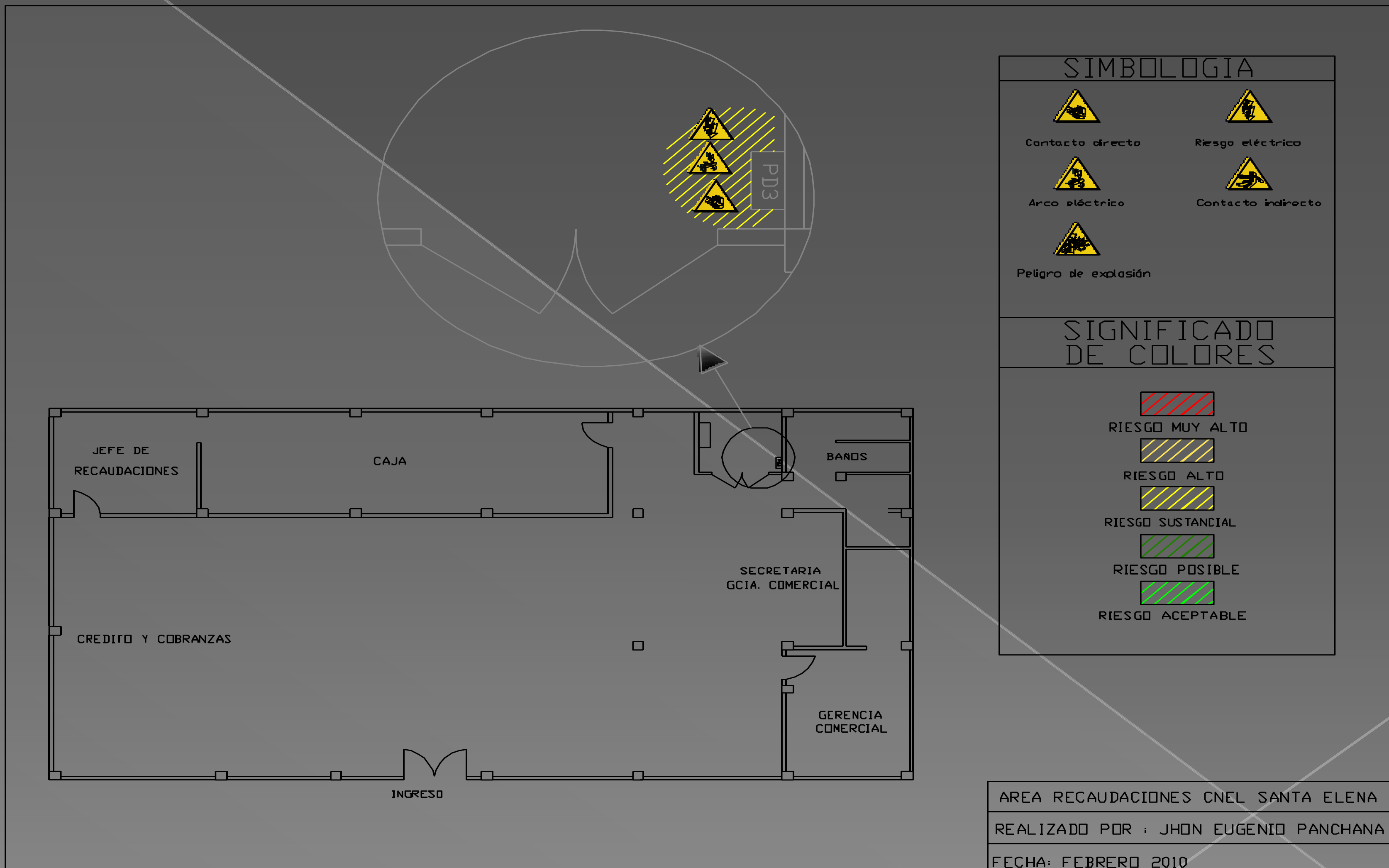
Cuarto de Transformadores



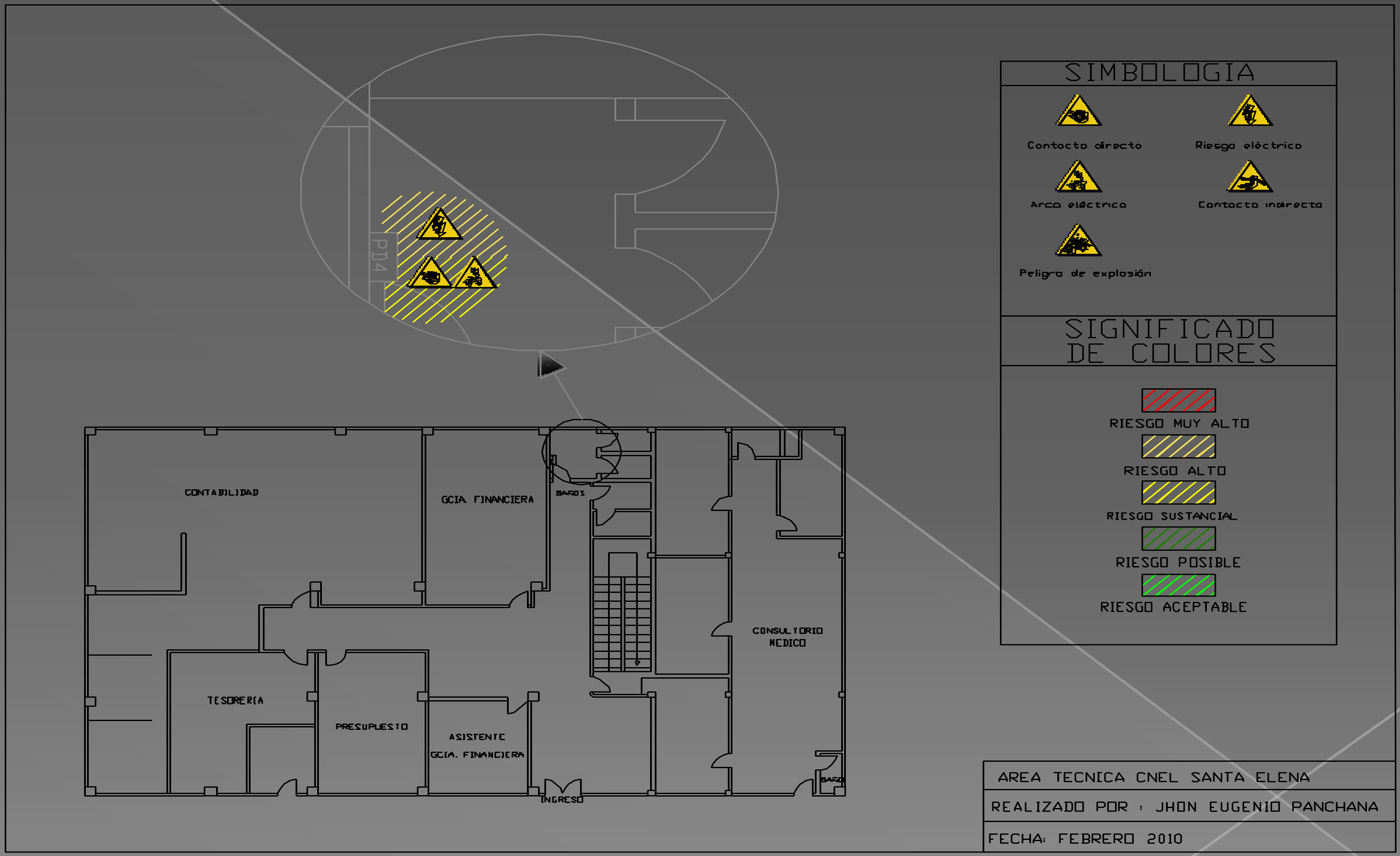
Área Técnica



Área Recaudaciones



Área Contabilidad y Planificación



Interruptor Diferencial

Su sistema de protección consiste en el corte automático de la instalación en un tiempo lo más corto posible, a partir del momento en que aparece una tensión peligrosa entre la masa y un punto de tierra

GRACIAS