

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR- JOSE MIGUEL CARRERA

**GENERACIÓN DE UN PROTOCOLO DE REVISIÓN DE TABLEROS DE
DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO, PARA PERSONAL NO ESPECIALISTA
EN EL MERCADO LABORAL.**

Trabajo de Titulación para optar al título
de ingeniería en prevención de riesgos
laborales y ambientales con
Licenciatura.

Alumno:

Marcelo Morales Soto

Profesor Guía:

Sr. Sebastián Amaro Belmar.

Profesor Co-referentes:

Sr. Enrique Calderón Carmona

Sr. Carlos Gómez Singh

2020

Agradecer a mis hijos por darme la oportunidad de continuar con este camino universitario que con el ejemplo de esfuerzo y dedicación. Pilar fundamental de apoyo para mi desempeño tanto como docente y alumno de esta universidad. Tiempos de dedicación a mi hogar fueron mermados y apoyados por mis hijos quienes vieron en mi un ejemplo y esto ha logrado que ellos, mantengan un mismo camino de desarrollo en sus estudios para siempre mejorar.

Marcelo Morales Soto.

RESUMEN

KEYWORDS: PROTOCOLO

El siguiente trabajo titulación: Su Aplicación es de un Protocolo para aplicación de Normativa NCH 4/2003, el objetivo de entregar los lineamientos y condiciones de aplicación de esta normativa, enfocadas principalmente a establecer herramientas para la realización y evaluar tableros eléctricos de alumbrado.

El procedimiento en sí se materializa a través de la confección de un procedimiento diseñado en base a la experiencia profesional en el área eléctrica, puntualmente como evaluador de competencias laborales, en el Sistema Nacional de Acreditación de Competencias Laborales del área de construcción y específicamente en la especialidad de Instalaciones eléctricas clase “D”, regulada por la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC).

La actividad mencionada está avalada por Chile valora, organismo creado por Ley de la república N° 20.267 del 25 de junio del año 2008.

Este proceso de certificación laboral tiene sus inicios en el año 1998, por parte de Fundación Chile, con su programa denominado “CERO FALTA”. El suscrito previa inducción respecto de las actividades de certificaciones se inició en la actividad como Evaluador en el rubro de las instalaciones eléctricas domiciliarias. Además de un proceso de investigación en las redes sociales para encontrar tutoriales de armados de tableros, que indiquen el procedimiento de cómo lograr realizar uno de estos. Tutoriales que habitualmente son publicaciones extranjeras, donde la normativa de ellos tiene condiciones diferentes a las de nuestra, lo que genera incumplimientos de nuestra normativa en los procesos de evaluación y además genera diferencias con las exigencias de nuestra normativa. Esto es producto de que nuestro país carece de publicaciones que apoyen estas iniciativas, con el ánimo de eliminar esta brecha existente de los aspectos normativos y reglamentarios se elabora este Protocolo.

El protocolo entregará una herramienta de evaluación de las condiciones de los tableros y los conocimientos de cada uno de los componentes que se requieren utilizar en el diseño de estos, según normativa chilena.

ÍNDICE

RESUMEN

INDICE

SIGLAS Y SIMBOLOGIA

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

FUNDAMENTOS

CAPÍTULO 1: MARCO LEGAL

- 1.1. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA
- 1.2. LEY N°16744.
- 1.3. CODIGO DEL TRABAJO, LEY 18.620,
- 1.4. DECRETO SUPREMO N°40.
- 1.5. DECRETO SUPREMO N°76.
- 1.6. NORMA NCH 4/2003

CAPÍTULO 2: MODALIDADES DE ARMADOS DE TABLEROS

- 2.1 Conceptos de normativa aplicados.
- 2.2 Elección de Tableros.
- 2.3 Tutoriales en Wep.
- 2.4 Características Caja Tablero.
- 2.5 Ubicación Tableros.
- 2.6 Accesorios.
- 2.7 Accesorios.
- 2.8 Tutoriales de YouTube.

CAPÍTULO 3: METODO DE FUNCIONAMIENTO DISPOSITIVOS Y ACCESORIOS DE UN TABLERO DE ALUMBRADO.

- 3.1 Dispositivos de protección.
- 3.2 Tipos de Fallas Eléctricas.
 - 3.2.1 Fallas de Corto Circuito.
 - 3.2.2 Fallas de Sobrecarga.
 - 3.2.3 Fallas de Aislamiento.
- 3.3 Elementos de Protección.
 - 3.3.1 Fusibles.
 - 3.3.2 Disyuntores, Automáticos o Termo magnéticos.
 - 3.3.3 Diferenciales.

- 3.3.4 Tierras de Protección.
- 3.3.5 Tierras de Servicio.
- 3.3.6 Tipos de Tierras.
- 3.3.7 Medición de Puesta a Tierra.
 - 3.3.7.1. Método de medición de puesta a tierra con Teluro metro.
 - 3.3.7.2. Método de medición de puesta a tierra con Voltímetro y Amperímetro.
- 3.3.8. Valor de resistencia no cumple con valores calculados.
 - 3.3.8.1 Ampliar la puesta a tierra.
 - 3.3.8.2. Agregar aditivos al terreno donde se encuentra las actual puesta a tierra.
 - 3.3.8.3. Realizar una Neutralización.
 - 3.3.8.4. Uso de Diferencial.

CAPÍTULO 4: METODO DE APLICACIÓN DE LOS CHECK LIST.

- 4.1 METODOLOGÍA
 - 4.1.1 Check List de revisión de tablero.
 - 4.1.2. Check List de mediciones de aislación de los conductores.

COCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

BIBLIOGRAFÍAS

- ANEXO A: PROTOCOLO DE REVISIÓN DE TABLEROS ELECTRICOS
- ANEXO B: PROTOCOLO DE REVISIÓN DE AISLACIÓN DE CONDUCTORES.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Fig.2-1. Tableros Eléctricos.
- Fig.2-2. Tableros Saturado.
- Fig.2-3. Peines Eléctricos.
- Fig.2-4. Barra Distribuidora.
- Fig.2-5 Omisión Barras Repartidoras.
- Fig.2-6. Omisión Barras Repartidoras.
- Fig.2-7 Puentes de Conexión.
- Fig.2-8. Puentes de Conexión.
- Fig.2-9 Protecciones Sobrecalentadas.

Fig.2-10.	Protecciones Sobrecalentadas.
Fig.2-11.	Puentes Entre Dispositivos.
Fig.2-12.	Puentes Entre Dispositivos.
Fig.3-1.	Fusible.
Fig.3-2.	Curvas de disparo de Fusible.
Fig.3-3.	Bimetal.
Fig.3-4.	Automático.
Fig.3-5.	Curva de Operación.
Fig.3-6.	Curvas de Automáticos.
Fig.3-7.	Esquema Interno de un Diferencial.
Fig.3-8.	Esquema de Descarga.
Fig.3-9.	Esquema de Descarga.
Fig.3-10.	Diferencial Monofásico y Trifásico.
Fig.3-11	Malla Pequeña.
Fig.3-12.	Malla Grande.
Fig.3-13	Unión de Termofusión.
Fig.3-14.	Molde de Grafito.
Fig. 3-15	Unión de Termufusión a Barra Coperware.
Fig. 3-16	Unión de Termufusión Cruz.
Fig. 3-17.	Unión de Termufusión Tee.
Fig. 3-18	Malla Quimica 1 m Profundidad.
Fig. 3-19.	Malla Quimica 3 m Profundidad.
Fig. 3-20	Camara Registro.
Fig. 3-21.	Conexión de Malla Quimica.
Fig. 3-22.	Camara Registro.
Fig. 3-23	Teluometro.
Fig. 3-24.	Curva de Histeresis.
Fig. 3-25.	Metodo medición de Puesta a Tierra con Voltímetro y Amperímetro.

ÍNDICE DE FORMULAS

- Formula 3-1. Cálculo Resistencia Puesta a Tierra de Protección.
Formula 3-2. Cálculo Resistencia Puesta a Tierra de Servicio.

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 3-1. Dimensionamiento Constante o Factor K.

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

SIGLAS

- V : Voltaje eléctrico.
I : Corriente eléctrica.
A : Amper.
TS : Tierra de Servicio.
TP : Tierra de Protección.

SIMBOLOGÍA

- % : Porcentaje
 Ω : Ohms

INTRODUCCIÓN

Este trabajo cumple con apoyar con herramientas y conocimientos, el desarrollo de tableros de alumbrado para instalaciones tanto domiciliarias, comerciales, e industriales, factor que no basta con solo conocer la normativa vigente, sino que además deben saber cómo aplicar esta normativa. La focalización es para personal no calificado, solo con experiencia laboral adquirida de forma informal, observada en certificación laboral.

La preparación de este documento establece el cómo deben funcionar cada uno de los dispositivos de protección y accesorios del interior de un tablero, además, cuenta con descripción de las condiciones de cada observación que se debe realizar en los tableros y un “Check List” o guía rápida para efectuar las observaciones registrando y documentando tanto las condiciones de selección, uso del material, clasificación, de distribución, instalación y alambrado de estos tableros.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Generar un Protocolo de revisión de tableros de distribución de alumbrado, para personal no especialista en el mercado eléctrico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Mejorar el procedimiento de inspección de los tableros de distribución de alumbrado a través de un documento estándar para tal fin.
- b) Generar un instrumento para personal no especialista en confección e inspección de tableros eléctricos de alumbrado.
- c) Minimiza los impactos negativos de los riesgos asociados en la puesta en servicio de un tablero de distribución de alumbrado.

FUNDAMENTACIÓN

En base a la experiencia adquirida como evaluador de competencias laborales de instalaciones eléctricas, en todo Chile, desde el año 1998, a la fecha, uno de los hallazgos y debilidades más frecuentes detectadas en los procesos de certificación laborales, corresponden a las brechas a nivel teórico y práctico de quienes optan, a la obtención de licencia de instalador autorizado SEC. Nunca se ha observado un estándar mínimo de coincidencias respecto a, las características, procedimientos y condiciones que debieran realizar en la elaboración o inspección de tableros. Lo anterior se debe a que no existe un procedimiento o estándar de aplicación de condiciones del estado de cómo debe quedar o estar un tablero eléctrico ya que este debe ser coincidente con el diagrama unilineal del proyecto presentado al SEC.

Lo anterior se fundamenta en la existencia de una serie de publicaciones de tutoriales al respecto provenientes de otros países cuyos contenidos no son coincidentes con las normativas eléctricas de nuestro país. Lo que produce un error en la aplicación en nuestro país. Aquello produce un error en la aplicación de las normas en nuestro país.

Este documento ayudará a despejar las dudas respecto de revisión y armado de tableros eléctricos, entregando las condiciones de uso de acuerdo a normativa vigente de todos los dispositivos y accesorios, del interior de un tablero eléctrico, además de entregar un protocolo de revisión estándar aplicable en tableros domiciliarios, comerciales, industriales, entre otros. Pudiendo de esta manera aplicar un mismo criterio de revisión a todos ellos.

CAPÍTULO 1: MARCO LEGAL

1. MARCO LEGAL

En el marco legal se proporcionan las bases para la formación de leyes que velen por la seguridad y correcta construcción de las instalaciones eléctricas, donde es la política quien constituyen los límites y naturaleza de la participación de la política.

En el marco legal regularmente se encuentran en un buen número de provisiones regulatorias y leyes interrelacionadas entre sí, así mismo el marco teórico es el conjunto de ideas, procedimientos y teorías que sirven a un investigador para llevar a término su actividad. Se puede decir que el marco teórico establece los procedimientos básicos a partir de las cuales se investiga en una disciplina determinada.

1.1. Constitución política de la república de chile / 18 – sept - 1925 ministerio secretaría general de la presidencia / actualizado 16 – jun – 2018.

La constitución política establece las condiciones, lineamientos, medios, procedimientos, entre otros para decretos, leyes y reglamentos que regulan el ámbito de la seguridad de las personas y de los procedimientos de construcción de las instalaciones donde albergaran tanto para vivir como para trabajar.

De los derechos y deberes constitucionales (Capítulo III)

Artículo N°19. La Constitución asegura a todas las personas: el derecho a La vida y a la integridad física y psíquica de la persona.

Además, inciso 16° “La libertad de trabajo y su protección”. Es responsabilidad del estado velar por la protección de las personas.

“Ninguna clase de trabajo puede ser prohibida, salvo que se oponga a la moral, a la seguridad”, De acuerdo a esto se crean un organismo fiscalizador Súper Intendencia de Electricidad y Combustible (SEC). Quien vela por el cumplimiento de las normas de electricidad y lleva un registro de las declaraciones de instalaciones que están conectadas e instaladas dentro de nuestro país.

“La ley determinará las profesiones que requieren grado o título universitario y las condiciones que deben cumplirse para ejercerlas”, Para cumplir con estas condiciones se crearon las clases de licencias para diferentes niveles de potencias de las instalaciones a las cuales tienen acceso los instaladores autorizados para realizar.

1.2. LEY N°16744. DE NORMAS PARA ACCIDENTES DEL TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES. DE 1968

Artículo 1°. - Declárase obligatorio el Seguro Social contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, en la forma y condiciones establecidas en la presente ley.

Artículo 2° Estarán sujetas, obligatoriamente, a este seguro, las siguientes personas:

- a) Todos los trabajadores por cuenta ajena, cualesquiera que sean las labores que ejecuten, sean ellas manuales o intelectuales, o cualquiera que sea la naturaleza de la empresa, institución, servicio o persona para quien trabajen; incluso los servidores domésticos y los aprendices.
- b) Los funcionarios públicos de la Administración Civil del Estado, municipales y de instituciones administrativamente descentralizadas del Estado.

1.3. CODIGO DEL TRABAJO, LEY 18.620, DE 1987

Art. 184. El empleador estará obligado a tomar todas las medidas necesarias para proteger eficazmente la vida y salud de los trabajadores, informando de los posibles riesgos y manteniendo las condiciones adecuadas de higiene y seguridad en las faenas, como también los implementos necesarios para prevenir accidentes y enfermedades profesionales.

Deberá asimismo prestar o garantizar los elementos necesarios para que los trabajadores en caso de accidente o emergencia puedan acceder a una oportuna y adecuada atención médica, hospitalaria y farmacéutica.

Art. 193. En los almacenes, tiendas, bazares, bodegas, depósitos de mercaderías y demás establecimientos comerciales semejantes, aunque funcionen como anexos de establecimientos de otro orden, el empleador mantendrá el número suficiente de asientos o sillas a disposición de los dependientes o trabajadores.

En ambos artículos se debe garantizar que las condiciones de las instalaciones y recintos deben estar seguras y en plena prevención de accidentes.

1.4. DECRETO SUPREMO N°40, DE 1969.-

Núm. 40.- Vistos: lo dispuesto en la ley N° 16.744 publicada en el Diario Oficial de 1° de febrero de 1968 y de acuerdo con la facultad que me confiere el N° 2 del artículo 72 de la Constitución Política del Estado,

Artículo 1°. - El presente reglamento establece las normas que regirán la aplicación del Título VII, sobre Prevención de Riesgos Profesionales y de las demás disposiciones sobre igual materia contenidas en la ley N° 16.744, sobre seguro social contra riesgos de accidentes del trabajo y de enfermedades profesionales. Asimismo, establece normas para la aplicación del artículo 171 del Código del Trabajo.

1.5. DECRETO SUPREMO N°76, DE 2006.-

Santiago, 14 de diciembre de 2006.- Vistos: lo dispuesto en el Título VII y VIII de la Ley N°16.744; en los artículos 183-E, 183-AB y 184 del Código del Trabajo; el D.S. N°101, de 1968, y los D.S. N°40 y N°54, ambos de 1969, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social y la facultad que me confiere el artículo 32 N°6 de la Constitución Política de la República.

Se aprueba el Reglamento para la aplicación del artículo 66 bis de la Ley N° 16.744, incorporado por la Ley N°20.123, que establece normas en materia de seguridad y salud en el trabajo para obras, faenas o servicios en que presten servicios trabajadores sujetos a régimen de subcontratación.

1.6. SE APRUEBA NORMA TECNICA NCH.ELEC. 4/2003, INSTALACIONES DE CONSUMO EN BAJA TENSION Y DEROGA, EN LO PERTINENTE, EL DECRETO N° 91, DE 1984.

Núm. 115.- Santiago, 22 de abril de 2004.- Visto: Estos antecedentes, lo informado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, en los Ord. N° 7.573, de fecha 18.12.03 y N° 1.819, de fecha 12.04.04; lo dispuesto en el D.F.L. N° 1, de 1982, de Minería, y la facultad que me confiere el artículo 32°, N° 8, de la Constitución Política, Decreto:

Artículo 1°.- Apruébese el texto, de cumplimiento obligatorio, de la norma técnica "NCh Eléc. 4/2003. Electricidad. Instalaciones de consumo en baja tensión". Copia de

ella, debidamente certificada su conformidad con el texto oficial, se remitirá a la Contraloría General de la República y se publicará en el Portal de Internet de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, en la dirección web: www.sec.cl, sin perjuicio de la publicación del presente decreto en el Diario Oficial.

Esta ley tiene por objetivo dar los lineamientos de lo que se debe y no se debe hacer en la realización de las instalaciones eléctricas, sin discriminar entre instalaciones domiciliarias, comerciales, oficinas laborales, industrias, etc.

CAPÍTULO 2: MODALIDADES DE ARMADOS DE TABLEROS

2.1 Conceptos de normativa aplicados.

6.0.- CONCEPTOS GENERALES

6.0.1.- Los tableros son equipos eléctricos de una instalación, que concentran dispositivos de protección y de maniobra o comando, desde los cuales se puede proteger y operar toda la instalación o parte de ella.

6.1.- CLASIFICACIÓN

6.1.1.- Atendiendo a la función y ubicación de los distintos Tableros dentro de la instalación, estos se clasificarán como sigue:

6.1.1.1.- Tableros Generales.

6.1.1.2.- Tableros Generales Auxiliares.

6.1.1.3.- Tableros de Distribución.

6.1.1.4.- Tableros de Paso.

6.1.1.5.- Tableros de Comando.

6.1.1.6.- Centros de Control.

6.1.2.- Atendiendo a la utilización de la energía eléctrica controlada desde un tablero, éstos se clasificarán en:

- Tableros de Alumbrado,
- Tableros de Fuerza,
- Tableros de Calefacción,
- Tableros de Control,
- Tableros de Computación.

Fuente. NCH 4/2003

2.2 Elección de Tableros.

Las características físicas de selección de la caja tablero debe cumplir con las siguientes exigencias, resistente al fuego, de material auto extinguentés, no higroscópicos, resistentes a la corrosión. El riesgo de no cumplir con estas características, es observado en instalaciones donde el tablero era de lámina de acero muy delgado y esta se deformaba cada vez que se realizaba una intervención, lo que traduce en un riesgo de posibles desconexiones de los conductores que llegan y salen de los dispositivos y accesorios. Por otra parte, se suma la característica técnica de ser insuficientes a la contención de una explosión por algún corto circuito.

El tablero debe contar con una cubierta cubre dispositivos de protección y puerta exterior. Como se muestra la Figura 2-1, Como medida de protección de riesgos hacia los usuarios. De los hecho que se pueden citar bajo esta condición, hace un tiempo atrás ocurrió un incidente importante en un tablero de una central eléctrica, se produjo una explosión y como no estaban las puertas cubre artefacto debidamente afianzadas se produjo una explosión y como estaban las puertas cubre artefacto no debidamente afianzadas se

produjo un desplazamiento de la puerta exterior golpeando a un funcionario lesionandolo por esta condición subestándar, Habitualmente una de las malas conductas de los usuarios es dejar medianamente cerradas por apuro las puerta cubre artefactos, la que es una primera contención ante una falla de explosión.



Fuente. Google imágenes

Fig.2-1. Tableros Eléctricos.

6.2.1.8.- El tamaño de caja, gabinete o armario se seleccionará considerando que:

- El cableado de interconexión entre sus dispositivos deberá hacerse a través de bandejas no conductoras que permitan el paso cómodo y seguro de los conductores.
- Deberá quedar un espacio suficiente entre las paredes de las cajas, gabinetes o armarios y las protecciones o dispositivos de comando y/o maniobra de modo tal de permitir un fácil mantenimiento del tablero.
- Se deberá considerar un volumen libre de 25% de espacio libre para proveer ampliaciones de capacidad del tablero.

Fuente. NCH 4/2003

2.3 Importancia, estructura y aportes de Tutoriales en Wep.

En los tutoriales existentes en la web, el uso de tablero considera un volumen o dimensionamiento igual al número de dispositivos a instalar, en cambio en nuestra norma considera utilizar tableros con un volumen libre de 25% más de espacios, pensados en futuras ampliaciones. (Figura 2-2). Característica muy común de considerar solo la capacidad de dispositivos que se usarán, omitiendo los accesorios como barras de distribución que son obligatorias en el alambrado de los tableros, habitualmente debiera ser seleccionado la caja tablero considerando el número de dispositivos por dos veces y mejor por tres, logrando dejar espacios suficientes para accesorios y para la manipulación del usuario dentro del tablero.



Fuente. Google imágenes

Fig.2-2. Tableros Saturado.

6.2.1.15.- Los tableros deberán construirse con un índice de protección (grado IP) adecuado al medio ambiente y condiciones de instalación. En general no se aceptará la construcción de tableros de tipo abierto.

Fuente. NCH 4/2003

2.4 Características Caja Tablero.

La IP del tablero debe cumplir con las condiciones medio ambientales del recinto donde está instalado. Los grados de hermeticidad que se deben cumplir en especial en lugares con ambientes húmedos donde el acceso de estas condiciones puede producir una variación de las condiciones mecánicas de los dispositivos de protección, pegándolos y no permitiendo que accionen en el momento requerido de una falla.

6.2.1.16.- La altura mínima de montaje de los dispositivos de comando o accionamiento colocados en un tablero será de 0,60 m y la altura máxima será de 2,0 m, ambas distancias medidas respecto del nivel de piso terminado.

Fuente. NCH 4/2003

2.5 Ubicación Tableros.

La altura de montaje de los tableros debe ser el borde superior de la caja tablero no más de 2,0 m y en su parte inferior no menor o igual a 0,60 m. La altura debe cumplir con accesibilidad a las personas para acceder a accionar los dispositivos.

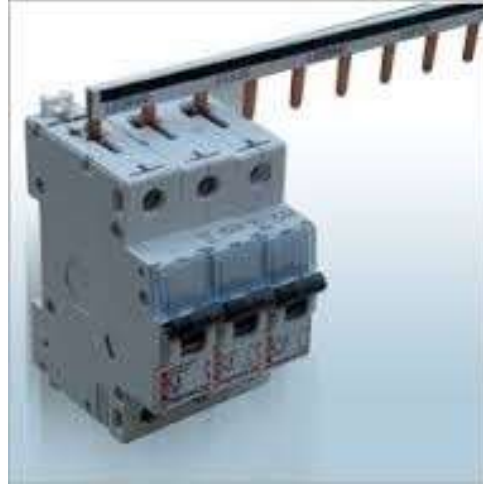
6.2.2.- Material eléctrico

6.2.2.1.- Los conductores de alimentación que lleguen a un tablero **deberán hacerlo a puentes de conexión o barras metálicas** de distribución desde donde se harán las derivaciones para la conexión de los dispositivos de comando o protección constitutivos del tablero. No se aceptará el cableado de un tablero con conexiones hechas de dispositivo a dispositivo.

Fuente. NCH 4/2003

2.6 Accesorios.

Conforme al párrafo anterior existe un elemento denominado PEINE (Figura 2-3), en el comercio, que es permitido en algunas regiones del país por el SEC, en cambio en otras regiones es considerado como un puente entre dispositivos lo cual contradice a la norma. La rigidez del peine permite que en caso de estar uno de los bornes sueltos este es difícil de identificar y solo es reconocido cuando se ve claramente el sobre calentamiento, condición que pudiese ser reconocida con un plan de mantenimiento donde se utilice una pistola térmica.



Fuente. Google imágenes

Fig.2-3. Peines Eléctricos.

2.7 Accesorios.

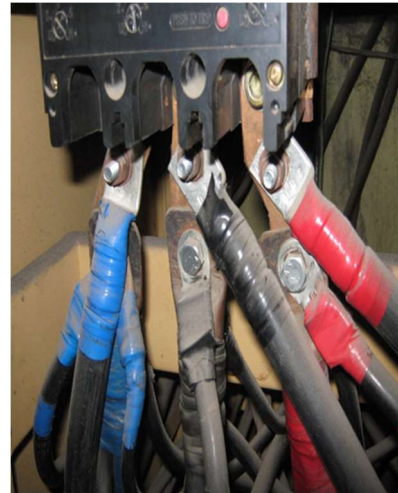
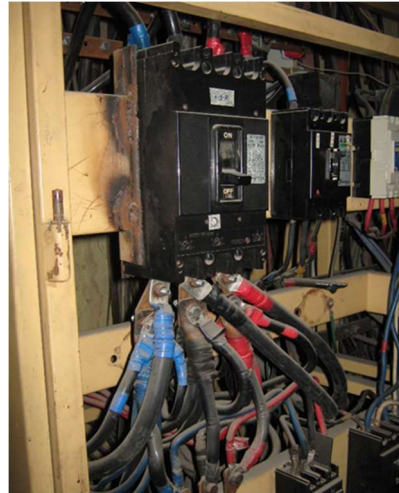
Para esta función se debe utilizar las barras de distribución, (Figura 2-4), las que permiten hacer la multiplicación de distribución en los dispositivos de protección, esta debe ser con las llegadas a los bornes de la barra de distribución, donde no se debe ver la parte desnuda del conductor conectado al dispositivo. Es recomendable el uso de terminales.



Fuente. Google imágenes

Fig.2-4. Barra Distribuidora.

Ejemplos de condiciones adversas de estos tableros en general, (Figura 2-5 y Figura 2-6), en las siguientes fotografías donde se omiten las barras de distribución utilizando las barras separadoras de bornes como repartidoras. Perforadas y usadas como bornes repartidores, dejando expuestos los conductores de distintas fases a distancias que pudieren producir arcos eléctricos.

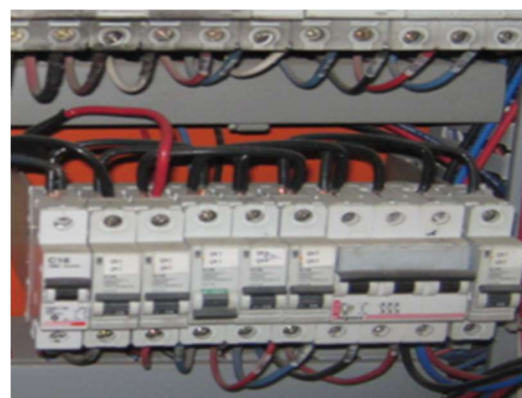


Fuente. Imágenes Propias, obtenida en visitas a empresas.

Fig.2-5 y Fig. 2-6. Omisión Barras Repartidoras.

A continuación, se muestran otra situación donde se omiten el uso de barras repartidoras, realizando puentes entre dispositivos. (Figura 2-7 y 2-8).

Falta en los dispositivos las gomas que evitan el contacto entre conductores de las diferentes fases. Además, se forzaron los terminales hacia la placa del fondo lo que puede producir una descarga. (Figura 2-7)



Fuente. Imágenes Propias.

Fig.2-7 y Fig. 2-8. Puentes de Conexión.

Las siguientes fotografías (Figura 2-9 y Figura 2-10), muestran manchas de quemaduras las cuales al retirar los dispositivos muestran el estado de la inflamación ocurrida en estos dispositivos y como esta inflamación se expande a los dispositivos contiguos.

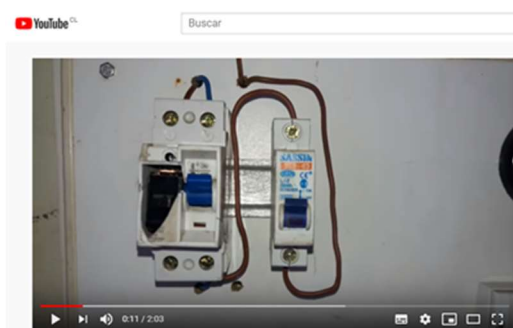


Fuente. Google imágenes.

Fig.2-9 y Fig. 2-10. Protecciones Sobrecalentadas.

2.8 Tutoriales de YouTube.

Imagen ubicada de YouTube tutorial para armado de tablero donde explican el procedimiento de alambrado de un diferencial y luego un automático, cruzando con el conductor entre los dispositivos, (Figura 2-11), condición que en un futuro pueden juntar y quedar el conductor prisionero de los dispositivos, transmitiendo temperatura e inflamándose el conductor.



Fuente. Videos de YouTube.

Fig.2-11. Puentes Entre Dispositivos.

Este video inicia con un tablero completamente ocupado y nuestra normativa nos obliga a utilizar uno con un 25% de espacios libres para futuras ampliaciones. En el país que realizan este video se permiten los puentes entre dispositivos, nuestra norma prohíbe el uso de puentes. Por otro lado, en Argentina se utilizan las bipolares condiciones que en nuestro país solo usamos protecciones en las fases y no en el neutro.



Fuente. Videos de YouTube.

Fig.2-12. Puentes Entre Dispositivos.

**CAPÍTULO 3: MÉTODO DE FUNCIONAMIENTO DISPOSITIVOS Y
ACCESORIOS DE UN TABLERO DE ALUMBRADO.**

3.1 Dispositivos de protección.

3.1.1 Tipos de Fallas Eléctricas.

Las protecciones tienen como prioridad de importancia el proteger las personas, luego los equipos y accesorios. Esto lo realizan aislando del circuito la falla presente.

Por ello previo a determinar los tipos de protecciones de nuestra instalación debemos conocer los tipos de fallas existentes:

3.1.1.1 Fallas de Corto Circuito.

Es la unión de dos fases o una de ellas con el neutro o tierra de protección lo cual debe producir un aumento de corriente a niveles tal que pudiesen transformarse en una inflamación.

3.1.1.2 Fallas de Sobrecarga.

Este tipo de falla es cuando en el circuito se supera los niveles máximos nominales del conductor y de las protecciones, lo que al transcurso del tiempo se produce un calentamiento del conductor y operan las protecciones dejando fuera de servicio el o los circuitos que se encuentran involucrados en la falla.

3.1.1.3 Fallas de Aislamiento.

Una falla de aislamiento se puede producir en un artefacto, equipo, accesorio o en el mismo conductor; y es cuando pierde el aislamiento del material conductor, energizando los equipos o accesorios, pudiéndose producir una descarga en las personas que manipulen estos equipos.

Por ellos las protecciones deben reconocer está para aislar el o los circuitos en el menor tiempo posible.

3.2 Elementos de Protección.

Existen diferentes tipos de protecciones y debemos reconocer cada una de ellas para saber utilizar cual es el más adecuado o cuales y cuando debemos utilizar simultáneamente.

3.2.1 Fusibles.

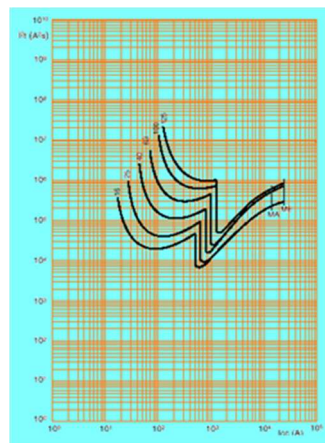
Su función es desconectar el circuito de fallas de corto circuito o sobre cargas. Su característica principal es la rapidez de actuar, Por lo que es una herramienta esencial para protecciones de equipos y accesorios que contengan artefactos electrónicos y de control. Está compuesto por un hilo conductor como lo muestra (Fig. 3-1), de acuerdo a la rapidez de operación es la composición del hilo conductor, donde se puede lograr mayor o menor rapidez de fundirse el hilo conductor.



Fuente. Revista Procobre.

Fig.3-1. Fusible.

A continuación, se mostrarán las diferentes curvas (Fig. 3-2), de operación las que determinan los tiempos de actuación dependiendo del nivel de falla.



Fuente. Revista Procobre.

Fig.3-2. Curvas de disparo de Fusible.

3.2.2 Disyuntores, Automáticos o Termo magnéticos.

Tiene diferentes nombres, pero es el mismo componente, las funciones de protección son dos, por fallas de corto circuito y por fallas de sobrecargas.

A diferencia de los fusibles, este no es desechable, ya que luego de operar o actuar, está capacitado de reponerse tan solo bajando y subiendo su enclavamiento.

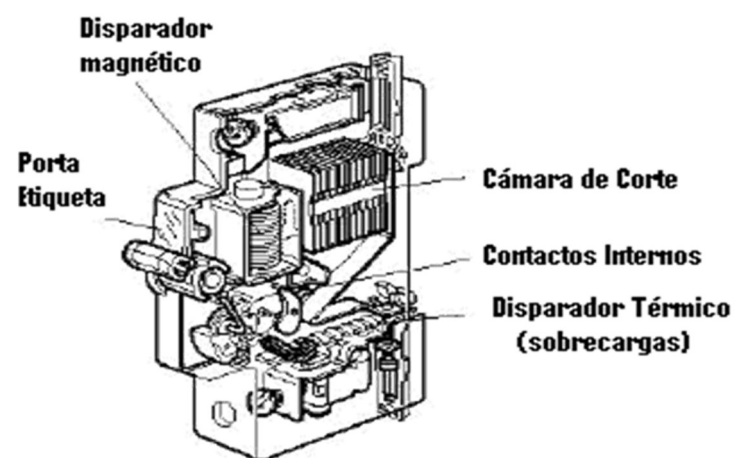


Fuente. Revista Procobre.

Fig.3-3. Bimetal.

En todo elemento cuando existe una circulación de corriente siempre se produce temperatura esta se demuestra en la figura (Fig. 3-3), con el calor de una vela, al tomar temperatura los metales se dilatan desbloqueando el enclavamiento mecánico interno del disyuntor.

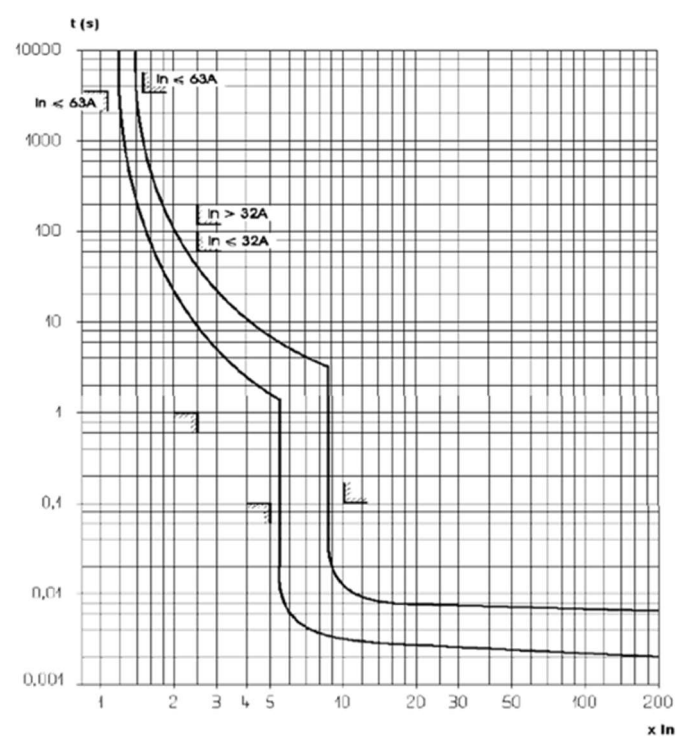
El segundo mecanismo de protección es efectuado por la circulación de corriente eléctrica a través de una bobina, como lo muestra la Figura (Fig.3-4), el campo magnético tiene una fuerza de atracción lo dependiendo de la distancia se puede regular para mayor o menor campo magnético y provoque el desbloqueo del disyuntor.



Fuente. Revista Procobre.

Fig.3-4. Automático.

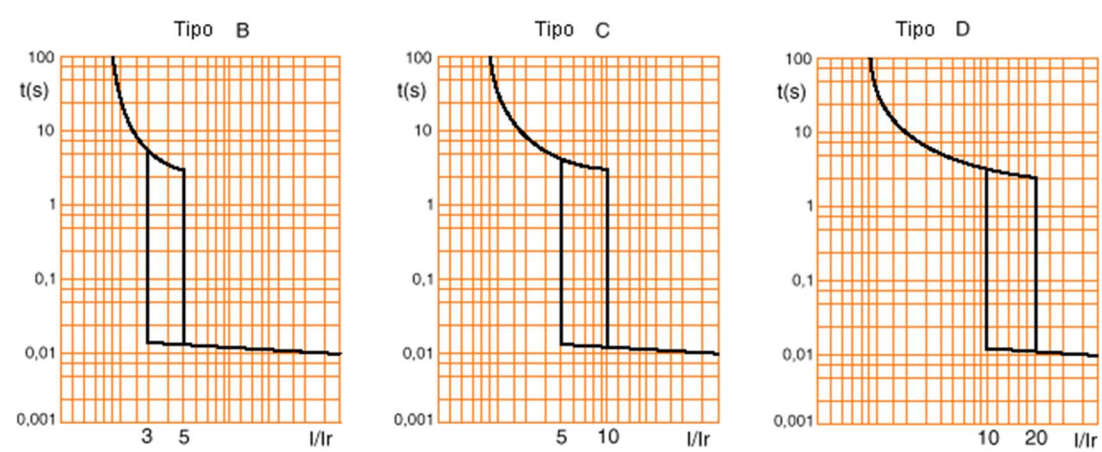
Curva de Operación (Fig. 3-5), de Termo magnéticos, ejemplo automático curva “C” que es de uso común, su característica es operar en caso de falla entre 5 a 10 veces de la Corriente Nominal del automático.



Fuente. Revista Procobre.

Fig.3-5. Curva de Operación.

Las siguientes imágenes de la figura (Fig. 3.6), muestran las curvas de operación de dispositivos fabricados en Chile, de los cuales la curva “B” corresponde a uso principalmente de electrónica, la curva “C”, corresponde al uso normal de instalaciones domiciliarias, industriales, comerciales, etc. Por último, la curva “D” corresponde a uso de motores, para compensar el peak de partida de los motores.



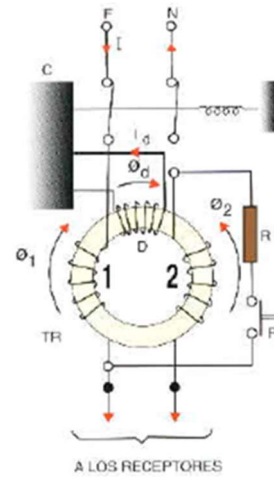
Fuente. Revista Procobre.

Fig.3-6. Curvas de Automáticos.

3.2.3 Diferenciales.

Componente capacitado para desconectar un circuito en caso de existir una fuga de corriente.

La forma de trabajar es por diferencia de potencial (Fig. 3-7), entre la fase y el neutro, por sobre la sensibilidad estipulada en su carátula.

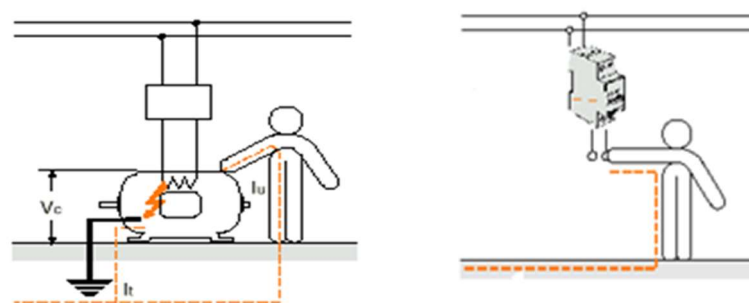


Fuente. Revista Procobre.

Fig.3-7. Esquema Interno de un Diferencial.

El diagrama (Fig. 3-8 y Fig. 3-9), muestra como es un diferencial internamente, la circulación de corriente por el sector 1 representa la entrada y el sector 2 el retorno, existiendo una diferencia de corriente en ella, ya sea por fuga en la fase o el neutro, se producirá una diferencia reflejada en la bobina central, quien actúa u opera el enclavamiento.

La sensibilidad de un diferencial normalmente es de 30 mA lo que asegura principalmente a las personas, pero cuando requerimos proteger con diferencial un motor, siendo éste un elemento que por su forma de trabajo tiene muchas fugas de corriente, se debe utilizar los diferenciales de 300 mA.



Fuente. Revista Procobre.

Fig.3-8 y Fig. 3-9. Esquema de Descarga.



Fuente. Google imágenes.

Fig.3-10. Diferencial Monofásico y Trifásico.

3.2.4 Tierras de Protección.

10.0.3.- Se entenderá por tierra de protección a la puesta a tierra de toda pieza conductora que no forma parte del circuito activo, pero que en condiciones de falla puede quedar energizada. Su finalidad es proteger a las personas contra tensiones de contacto peligrosas.

NCH 4/2003

La función de la tierra de protección es que todos los equipos y accesorios que tienen cubiertas o alguna pieza metálica, estas estén conectada y aterrizada por medio de la tierra de protección, para así proteger a las personas, en el caso de que exista una pérdida de aislamiento, de los conductores hacia las partes metálicas de los artefactos; esta falla debe descargar su energía y operar las protecciones, despejando el o los circuitos en falla.

Para obtener el valor de resistencia de una puesta a tierra de protección se debe aplicar la siguiente ecuación.

$$R_{tp} = \frac{V_s}{I_o} ; \quad I_o = K \times I_N$$

Fuente. Norma NCH 4/2003 Capitulo N° 10

Formula 3-1. Calculo Resistencia Puesta a Tierra de Protección.

Tipo de protección	Factor K			Para acometidas de empalmes y tableros generales
	Para tableros de distribución			
Fusibles	Rápido	Lento		2,5
	3,5	Hasta 50 A	Sobre 63 A	
		3,5	5	
Disyuntores caja moldeada sobre 63 A	1,25 ^(*)			1,25
Disyuntores pequeños, curva tipo C	3,5			2,5
Disyuntores pequeños, curva tipo B	2,5			2,5

Fuente. Norma NCH 4/2003 Capitulo N° 10

Tabla 3-1. Dimensionamiento Constante o Factor K.

Para el proceso de medición de una puesta a tierra de protección, la medición se debe realizar desde cámara de registro o tablero principal desde donde se debe dejar aislado el conductor de la tierra hacia interior de los circuitos de la instalación.

3.2.5 Tierras de Servicio.

10.0.2.- Se entenderá por tierra de servicio la puesta a tierra de un punto de la alimentación, en particular el neutro del empalme en caso de instalaciones conectadas en BT o el neutro del transformador que alimente la instalación en caso de empalmes en media o alta tensión, alimentados con transformadores monofásicos o trifásicos con su secundario conectado en estrella.

NCH 4/2003

Su función es proteger la instalación eléctrica de su hogar y los artefactos conectados a ella ante fallas en el sistema eléctrico. Por lo tanto, su función es estabilizar los 250 volt como máximo en el sistema entre una fase y neutro.

Para obtención del valor de resistencia de una puesta a tierra de servicio se aplica:

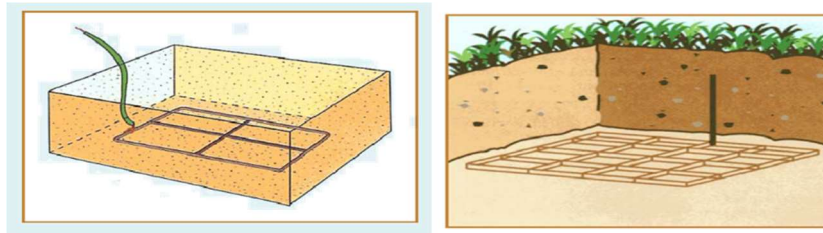
$$R_s = \frac{220}{I_o}$$

Fuente. Norma NCH 4/2003 Capítulo N° 10
Formula 3-2. Calculo Resistencia Puesta a Tierra de Servicio.

Como restricción para el valor máximo de resistencia de una tierra de servicio es de 5 Ohms máximos, que en el proceso de medición se debe realizar la tierra de servicio conectada a la red. Por otro lado, para efectuar la medición de la puesta a tierra de servicio se debe realizar conectada en dirección de la red de distribución ya que esta se evalúa en conjunto con las tierras de los postes hasta llegar al transformador.

3.2.6 Tipos de Tierras.

Para la obtención del tipo de tierra a instalar de una instalación se debe efectuar “medición de continuidad del terreno”, para así obtener cual es el valor óhmico de las características del terreno, y saber así cuanto cobre o el tamaño de la tierra que se debe incorporar, por lo tanto, a menor conductividad del terreno, se debe instalar una puesta a tierra de mayores dimensiones. Por lo tanto, en las figuras (Fig. 3-11 y Fig. 3-12), el tamaño depende inversamente proporcional a la conductividad del terreno.



Fuente. Google imágenes.

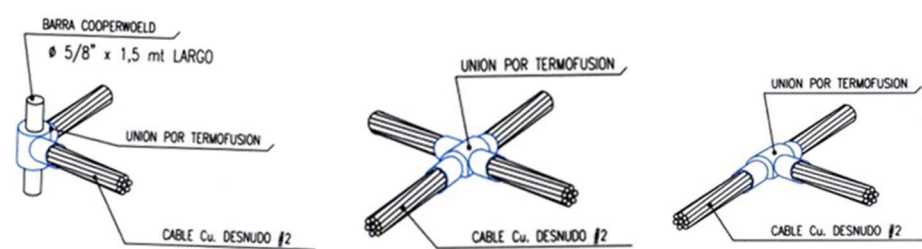
Fig.3-11 y Fig. 3-12. Malla Pequeña y Malla Grande.

Mallas fabricadas con **Termo Fusión** (Fig.3-13 y Fig. 3-14), característica que evitaría el uso de fusiones de bajo punto de temperatura que en caso de falla se produciría una desconexión de la unión por esta razón se realiza con moldes de grafito.



Fuente. Fotografías Propias.

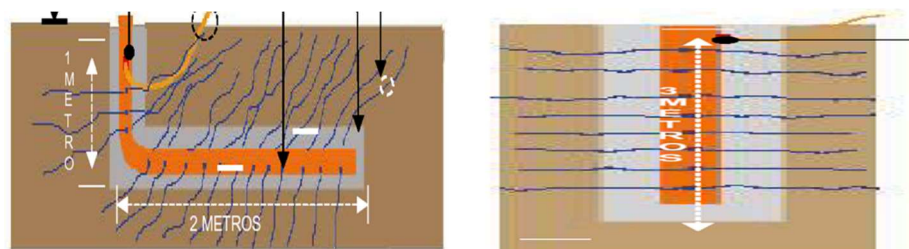
Fig. 3-13 y Fig. 3-14. Unión de Termofusión y Molde de Grafito.



Fuente. Dibujos Autocad Propios.

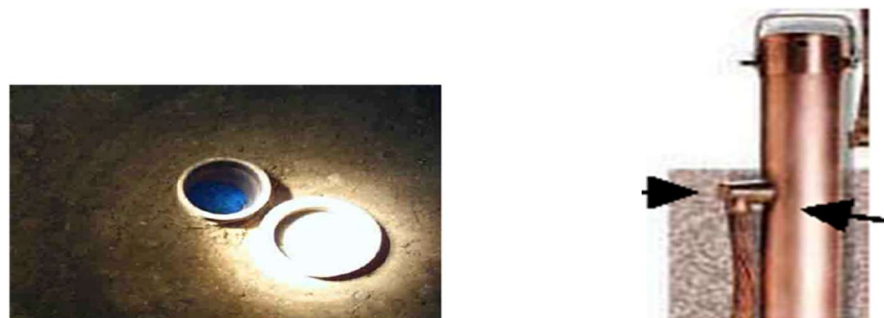
Fig. 3-15 , Fig. 3-16 y Fig. 3-17. Unión de Termufusión a Barra Coperware, Cruz y en Tee.

Mallas de condición **Químicas** (Fig. 3-18 y Fig. 3-19). Estas cumplen con la función de abarcar menos espacio de instalación, pero deben tener un mantenimiento frecuente para verificar las condiciones técnicas de ella. Su uso más frecuente es en lugares donde existe una baja conductividad debido a que el terreno es muy pedregoso, y este tipo de malla se encarga de ir como pintando las partículas de piedra haciendo de estas que sean conductoras.



Fuente. Google imágenes.

Fig. 3-18 y Fig. 3-19. Malla Quimica 1 m Profundidad y 3 m Profundidad.

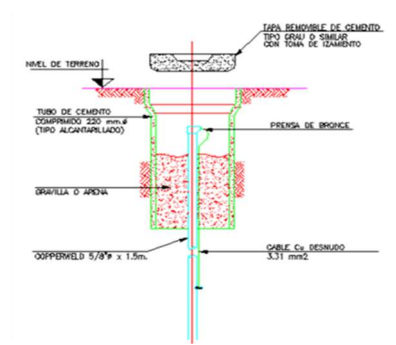


Fuente. Google imágenes.

Fig. 3-20 y Fig. 3-21. Camara Registro y Conexión de Malla Quimica.

3.2.7 Medición de Puesta a Tierra.

El procedimiento para realizar medición de una puesta a tierra, se debe realizar desde la cámara de registro (Figura 3-22), que debe existir desde el acceso a la tierra instalada.

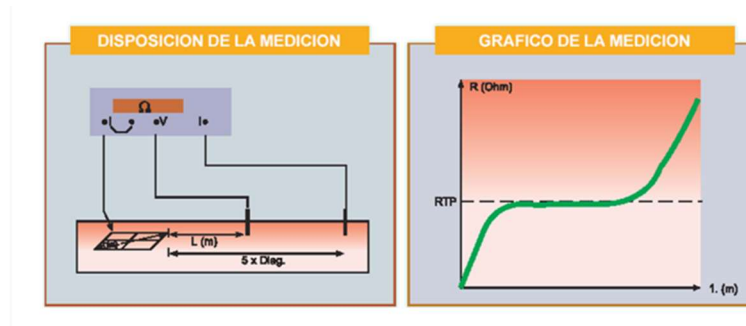


Fuente. Google imágenes.

Fig. 3-22. Camara Registro.

3.2.7.1. Método de medición de puesta a tierra con Teluro metro.

Para la realización de este método se ubica una estaca, enterrada 0,3 m a 18 m, y la segunda estaca, enterrada 0,3 m, se va removiendo con cada medición cada 0,5 m, acercándose desde los 17,5 m hasta 2,0 m app. Como lo muestra la figura (Fig.3-23 y Fig. 3-24).

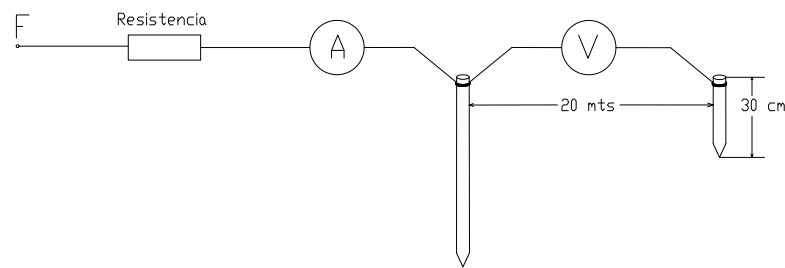


Fuente. Revista Procobre.

Fig. 3-23 y Fig. 3-24. Teluometro y Curva de Histeresis.

3.2.7.2. Método de medición de puesta a tierra con Voltímetro y Amperímetro.

Para la medición con Voltímetro y Amperímetro se debe aplicar una corriente y realizar medición de voltaje entre la puesta a tierra y una estaca enterrada 0,3 m de profundidad, ubicada a 20 m de distancia, luego aplicando por ley de Ohms, la división del voltaje medido con la corriente medida y se obtiene el valor de resistencia de la puesta a tierra.



Fuente. Propia.

Fig. 3-25. Metodo medición de Puesta a Tierra con Voltímetro y Amperímetro.

3.2.8. Valor de resistencia no cumple con valores calculados.

Para concluir se realiza las mediciones y verificaciones para ver si el valor de resistencia cumple o en caso de no cumplir, dar las indicaciones que se debe hacer, de acuerdo con los cálculos efectuados tanto para tierra de servicio, como para tierra de protección, por lo tanto, en caso de no cumplir se debe:

3.2.8.1 Ampliar la puesta a tierra.

Si el valor de resistencia es muy distante del valor calculado se debe realizar una ampliación de la puesta a tierra agregando más conductor, agregando otras barras a tierra, o incorporando otro tipo de tierra e interconectando todas las tierras para lograr disminuir el valor resistivo.

3.2.8.2. Agregar aditivos al terreno donde se encuentra las actual puesta a tierra.

Cuando el valor de resistencia no cumple con los valores calculados, pero este valor es muy cercano al requerido, se puede mejorar la conductividad del terreno donde está la puesta a tierra con aditivos como ERIGEL, CARBON, u otro que mejore la circulación de corriente en el terreno, siempre que este no sea salino, ya que los sales mejoran la conductividad pero ayudan a que la oxidación y deterioro del cobre de la puesta a tierra perjudique y carcoma la puesta a tierra donde en un corto plazo puede hacer que el valor de resistencia sea mayor y no opere en caso de falla.

3.2.8.3. Realizar una Neutralización.

La neutralización es un procedimiento de unir las puestas a tierra de protección y servicio, lo cual en caso de falla y viajar la fase por el conductor verde de tierra hasta la puesta a tierra, se encontraría con el conductor blanco del neutro, lo que es igual que unir la fase con el neutro y provocar un corto circuito, accionando de forma indirecta las protecciones despejando en circuito en falla.

Lo importante de esta condición es que la unión debe realizarse en la cámara de registro de la accesibilidad a la puesta a tierra, (siendo cualquier tipo de puesta a tierra), y además se debe instalar una forma de desconexión en caso de falla de la fase o fases y el neutro general de la instalación de forma simultánea, por lo tanto, se debiera usar un bipolar o el uso de diferencial como general.

3.2.8.4. Uso de Diferencial.

Como ante un corto circuito los automáticos requieren para reconocer la falla un nivel de circulación de corriente de 5 a 10 veces la corriente nominal del alimentador, y el diferencial requiere una fuga de 30 mA, por lo tanto se dejan diferenciales en cada circuito o uno como general, el cual en caso de falla aislaría el circuito.

CAPÍTULO 4: MÉTODO DE APLICACIÓN DE LOS CHECK LIST.

4.1 **METODOLOGÍA**

Se aplicará un Check List o cuestionario de condiciones del estado de los tableros, guiará y entregará parámetros necesarios para una verificación del estado del tablero.

4.1.1 **Check List de revisión de tablero.**

Incorporación de identificación del propietario y de los datos de la instalación.

Verificación de cada etapa, el estado:

Correcto, cumple con normativa vigente.

Incorrecto, no cumple con normativa vigente.

No Aplica, Para este tablero no aplica este ítem.

Con Observación, al registrar esta opción se debe completar en la observación cual es la falla o incumplimiento.

4.1.2. **Check List de mediciones de aislación de los conductores.**

La finalidad de medición y verificación de los conductores se debe realizar una medición de aislación, para verificar que, durante la construcción de la instalación, estos no fueron dañados en sus chaquetas protectoras.

Procedimiento que se debe realizar con un MEGGER este habitualmente cuanta con diferentes niveles de tensión a aplicar en la evaluación, el criterio que se debe utilizar para la selección del nivel de voltaje es:

Si la instalación es monofásica se debe evaluar con un nivel mínimo y máximo a 250 volt, Para el caso de instalaciones trifásicas se debe realizar con 500 volt máximo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La utilización de este protocolo, permite estandarizar las evaluaciones de los tableros de alumbrado, siendo estos usados de forma domiciliaria, comercial, industrial, etc. Para ello hay que recordar que no existe una normativa diferente para cada área, es la misma normativa que se aplica para todas las condiciones de construcción de obras.

El hecho de trabajar desde año 1998 con certificación laboral, me dio la experiencia de observación de las debilidades de los candidatos evaluados hasta la fecha donde nunca observe un estándar de evaluación para la revisión de tableros, motivo principal de este protocolo.

El protocolo permite adquirir los conocimientos de los tableros, dispositivos de protección y accesorios que constituyen la correcta elaboración de un tablero, donde se entrega cada uno de ellos y su función como la forma de uso de ellos.

Este protocolo ayudara a realizar revisiones de tablero con un mismo criterio de evaluación ya sea este domiciliario, comercial e industrial, además de estandarizar las evaluaciones no importando el número de circuitos o la potencia de estos, ya que se aplica un criterio único en cada uno de los circuitos que componen el tablero o los tableros.

BIBLIOGRAFÍAS

Norma Eléctrica NCH 4/2003

Apunte de Mutual de Seguridad sobre Decretos Supremos y Leyes.

Revista Procobre (ediciones antes del año 2000)

Información de YouTube.

Imágenes Google Imágenes.

Imágenes Autocad Propias.

Imágenes Fotográficas Propias.

ANEXO A: PROTOCOLO DE REVISIÓN DE TABLEROS ELECTRICOS

Nombre del Propietario	
Dirección de la obra	
Nombre o clasificación del Tablero	

Tablero	Correcto	Incorrecto	No Aplica	Con Observación	Observación
Ubicación Tablero en espacio físico propiedad	☐	☐	☐	☐	
Dimensión Caja	☐	☐	☐	☐	
Cubierta cubre dispositivos de protección	☐	☐	☐	☐	
Tipo Material de la caja	☐	☐	☐	☐	
Altura de montaje de la caja tablero	☐	☐	☐	☐	
25% futuras ampliaciones	☐	☐	☐	☐	
Disponibilidad para barras de distribución	☐	☐	☐	☐	
Elaboración de las perforaciones	☐	☐	☐	☐	
Nº Dispositivos según diagrama unilineal	☐	☐	☐	☐	
Disposición de los dispositivos según diagrama	☐	☐	☐	☐	
Alambrado de dispositivos según diagrama unilineal	☐	☐	☐	☐	
Apriete de bornes de conexión	☐	☐	☐	☐	
No realiza puentes	☐	☐	☐	☐	
Llegada a bornes de dispositivos	☐	☐	☐	☐	
Usa terminales	☐	☐	☐	☐	
Etiquetado de dispositivos según circuito	☐	☐	☐	☐	
Etiqueta de Ubicación física de los circuitos en el recinto	☐	☐	☐	☐	

Circuitos						Correcto	Incorrecto	No Aplica	Con Observación	Observaciones
Nº cto	Valor de Corriente	Medición	Estado	Lum/Ench	c/dif					
1						0	0	0	0	
2						0	0	0	0	
3						0	0	0	0	
4						0	0	0	0	
5						0	0	0	0	
6						0	0	0	0	
7						0	0	0	0	
8						0	0	0	0	
9						0	0	0	0	
10						0	0	0	0	
11						0	0	0	0	
12						0	0	0	0	
13						0	0	0	0	
14						0	0	0	0	
15						0	0	0	0	

ANEXO B: PROTOCOLO DE REVISIÓN DE AISLACIÓN DE CONDUCTORES.

CHECK LIST

Nombre Propietario: -----

Dirección de la instalación: -----

Instalación: Monofásica - Trifásica Potencia Instalada: ----- Kw.

Numero de circuitos -----

	Fase	Neutro	Bien	Mal
Circuito 1:	----- M Ohms	----- M Ohms	----	----
Circuito 2:	----- M ohms	----- M Ohms	----	----
Circuito 3:	----- M ohms	----- M Ohms	----	----
Circuito 4:	----- M ohms	----- M Ohms	----	----
Circuito 5:	----- M ohms	----- M Ohms	----	----
Circuito 6:	----- M ohms	----- M Ohms	----	----
Circuito 7:	----- M ohms	----- M Ohms	----	----
Circuito 8:	----- M ohms	----- M Ohms	----	----
Circuito 9:	----- M ohms	----- M Ohms	----	----
Circuito 10:	----- M ohms	----- M Ohms	----	----