

DIVISIÓN DE INGENIERÍA DE ELECTRICIDAD

PLIEGO TÉCNICO NORMATIVO	: RTIC N° 05.
MATERIA	: MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA TENSIONES PELIGROSAS Y DESCARGAS ELÉCTRICAS.
REGLAMENTO	: TÉCNICO DE INSTALACIONES DE CONSUMO.
FUENTE LEGAL	: DECRETO CON FUERZA DE LEY N° 4/20.018, DE 2006, DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN, LEY GENERAL DE SERVICIOS ELÉCTRICOS.
RESOLUCIÓN EXENTA	: N° XXXX, de fecha XX.XX.201x .

1 Objetivo

El objetivo del presente pliego técnico es establecer las medidas de protección contra tensiones peligrosas y descargas eléctricas que se deben considerar en la ejecución y en el uso de las instalaciones de consumo.

2 Alcance y campo de aplicación

Este pliego técnico aplica a todas las instalaciones de consumo de energía eléctrica.

3 Terminología

3.1 Accesible

Aplicado a canalizaciones: Son aquellas canalizaciones que pueden ser inspeccionadas, sometidas a mantenimiento o modificadas, sin afectar la estructura de la construcción o sus terminaciones.

3.1.1 **Aplicado a equipos:** Son aquellos equipos que no están protegidos mediante puertas cerradas con llave, barreras fijas u otros medios similares.

3.1.2 **Accesible fácilmente:** Son aquellas canalizaciones o equipos accesibles que pueden ser alcanzados sin necesidad de trepar, quitar obstáculos, etc., para repararlos, inspeccionarlos u operarlos.

3.2 **Aislación:** Conjunto de elementos utilizados en la ejecución de una instalación o construcción de un aparato o equipo y cuya finalidad es evitar el contacto con o entre partes activas.

3.3 **Aislamiento:** Magnitud numérica que caracteriza la aislación de un material, equipo o instalación.

3.4 **Artefacto:** Elemento fijo o portátil, parte de una instalación, que consume energía eléctrica.

3.5 **Circuito:** Conjunto de artefactos alimentados por una línea común de distribución, la cual es protegida por un único dispositivo de protección.

3.6 **Falla:** Unión entre dos puntos a potencial diferente o ausencia temporal o permanente de la energía al interior o exterior de una instalación, que provoca una condición anormal de funcionamiento de ella, de alguno de sus circuitos o de parte de éstos.

3.7 **Falla de Cortocircuito:** Falla en que su valor de impedancia es muy pequeño, lo cual causa una circulación de corriente particularmente alta con respecto a la capacidad normal del circuito, equipo o parte de la instalación que la soporta.

3.8 **Falla a masa:** Es la unión accidental que se produce entre un conductor activo y la cubierta o bastidor metálico de un aparato, artefacto o equipo eléctrico.

3.9 **Falla instantánea:** Falla que tiene un tiempo de duración comprendido entre 0,5 y 30 ciclos. 1 ciclo corresponde a 1/50 segundos.

- 3.10 **Falla de Sobrecorriente:** Corriente que sobrepasa el valor permisible en un circuito eléctrico; puede ser provocada por cualquiera de las condiciones de falla definidas en los párrafos precedentes o por una sobrecarga.
- 3.11 **Tensión de Paso:** Diferencia de potencial que experimenta una persona con una separación de 1 metro entre sus pies, sin tocar ningún objeto conectado a tierra.
- 3.12 **Tensión de Contacto o Transferida:** Diferencia de potencial entre el aumento de potencial de tierra y el potencial de superficie en el punto en que una persona está de pie, mientras que al mismo tiempo tiene una mano en contacto con una estructura conectada a tierra.
- 3.13 **Protector diferencial:** Dispositivo de protección destinado a desenergizar una instalación, circuito o artefacto cuando existe una falla a masa; opera cuando la suma fasorial de las corrientes a través de los conductores de alimentación es superior a un valor preestablecido.
- 3.14 **Sensibilidad:** Valor de corriente diferencial que hace operar a un protector diferencial. Se entenderá por corriente diferencial a la suma fasorial de los valores instantáneos de las corrientes que circulan a través de todos los conductores del circuito principal del protector.

4 Exigencias generales

- 4.1 Toda instalación eléctrica a la que se le aplique este pliego, excepto donde se indique expresamente lo contrario, tiene que disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), para evitar que las personas en contacto con la misma, tanto en el interior como en el exterior, queden sometidas a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales que soporta el ser humano.
- 4.2 El sistema de puesta a tierra debe cumplir los siguientes requisitos:
- 4.2.1 Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas, no podrán ser incluidos como parte de los conductores del sistema de puesta a tierra. Este requisito no excluye la exigencia de que se deben conectar a tierra, evaluando las condiciones específicas de cada sistema eléctrico.
- 4.2.2 Los elementos metálicos principales que actúan como refuerzo estructural de una edificación deben tener una conexión eléctrica permanente con el sistema de puesta a tierra general.
- 4.3 Al operar un sistema o circuito eléctrico el operador o usuario corre el riesgo de quedar sometido a tensiones peligrosas por contacto directo o por contacto indirecto.
- 4.4 Se entenderá que queda sometido a una tensión por contacto directo, cuando toca con alguna parte de su cuerpo una parte del circuito o sistema eléctrico, que en condiciones normales esta energizada.
- 4.5 Se entenderá que queda sometido a una tensión por contacto indirecto, cuando alguna parte de su cuerpo toca con una parte metálica de un equipo eléctrico, que en condiciones normales está desenergizado, pero que en condiciones de falla se energiza.
- 4.6 La instalación eléctrica debe estar dispuesta de forma que se minimice cualquier riesgo de peligro o de ignición de materias inflamables debido a las temperaturas elevadas o a los arcos eléctricos. Además, en servicio normal, las personas y los animales domésticos no deben incurrir en ningún riesgo de quemaduras.
- 4.7 Las personas, los animales domésticos y los bienes deben estar protegidos contra los daños debidos a las temperaturas excesivas o a los esfuerzos electromecánicos causados por las sobrecorrientes que pudieran producirse en los conductores activos. La protección puede estar garantizada por la limitación de la sobrecorriente a un valor inocuo y/o a una duración de tiempo seguro.
- 4.8 Se protegerá al operador o usuario de una instalación o equipo eléctrico contra los contactos directos, utilizando alguna de las medidas indicadas en el capítulo 6 del presente pliego o mediante la combinación de ellas.

- 4.9 Se protegerá al operador o usuario de una instalación o equipo eléctrico contra los contactos indirectos, limitando al mínimo el tiempo de la falla, haciendo que el valor del voltaje con respecto a tierra que se alcance en la parte fallada sea igual o inferior al valor de seguridad, o bien, haciendo que la corriente que pueda circular a través del cuerpo del operador, en caso de falla, no exceda de un cierto valor de seguridad predeterminado. El cumplimiento de estas condiciones se logrará aplicando alguna de las medidas contenidas en el punto 8 del presente pliego y lo dispuesto en el Pliego Técnico Normativo RTIC N° 06 de Puesta a tierra.
- 4.10 Para los efectos de fijar las medidas de seguridad originadas en la aplicación de los conceptos contenidos en 5.4 a 5.8, se establecen los siguientes valores:
- 4.10.1 Se aplicará la definición de zona alcanzable establecida en el Pliego Técnico Normativo RTIC N° 02 y Anexo 2.1.
- 4.10.2 El valor de resistencia del cuerpo humano se considerará según lo indicado en Tablas 5.1 y 5.2.

Tabla N° 5.1: Impedancia total del cuerpo humano Z_T para un trayecto de corriente mano a mano con corriente alterna 50/60 Hz para superficies de contacto importantes.

Tensión de contacto V	Valores de la impedancia total (Ω) del cuerpo humano que no son sobrepasadas por el		
	5% de la población	50% de la población	95% de la población
25	1 750	3 250	6 100
50	1 450	2 625	4 375
75	1 250	2 200	3 500
100	1 200	1 875	3 200
125	1 125	1 625	2 875
220	1 000	1 350	2 125
700	750	1 100	1 550
1 000	700	1 050	1 500
Valor asintótico	650	750	850

Tabla N° 5.2: Resistencia total del cuerpo humano R_T para un trayecto mano a mano con corriente continua para superficies de contacto importantes.

Tensión de contacto V	Valores de la resistencia total $R_T(\Omega)$ del cuerpo humano que no son sobrepasados por el		
	5% de la población	50% de la población	95% de la población
25	2 200	3 875	8 800
50	1 750	2 990	5 300
75	1 510	2 470	4 000
100	1 340	2 070	3 400
125	1 230	1 750	3 000
220	1 000	1 350	2 125
700	750	1 100	1 550
1 000	700	1 050	1 500
Valor asintótico	650	750	850

- 4.11 Para los efectos de aplicación de este Reglamento, se considerarán como máximos valores de tensión a los cuales puede quedar sometido el cuerpo humano sin ningún riesgo, 50 V en lugares secos y 24 V en lugares húmedos o mojados en general y en salas de operaciones quirúrgicas en particular.

- 4.12 Se considerará piso aislante aquel que tenga una resistencia superior a 50.000 Ohm, en instalaciones que operen a una tensión de servicio de 380/220 V y a una frecuencia de 50 Hz.

Para establecer la calidad de aislante de un piso se efectuará una medida de resistencia colocando sobre él un paño húmedo de forma cuadrada y de aproximadamente 270 mm de lado; sobre él se colocará una placa metálica de cobre limpia, sin óxido, de forma cuadrada y de 250 mm por lado; sobre esta última se colocará una placa de madera de igual dimensión y de un espesor mínimo de 20 mm; el conjunto se cargará con un peso de aproximadamente 70 Kg. Ver Anexo 5.1.

Se medirá la tensión mediante un voltímetro de resistencia interna R_i , de aproximadamente 3.000 Ohm, sucesivamente entre:

- Un conductor de fase y la placa metálica: esta tensión la llamaremos V_2 .
- Entre el mismo conductor de fase y una conexión de puesta a tierra eléctricamente distinta de la placa y de resistencia despreciable frente a R_i ; esta tensión la llamaremos V_1 .

La resistencia buscada estará dada por la expresión:

$$R_p = R_i \left[\frac{V_1}{V_2} - 1 \right]$$

En un mismo local se efectuarán por lo menos tres mediciones. Si existe un elemento conductor en la zona, por lo menos una de las mediciones deberá hacerse a una distancia de 1,00 m de él.

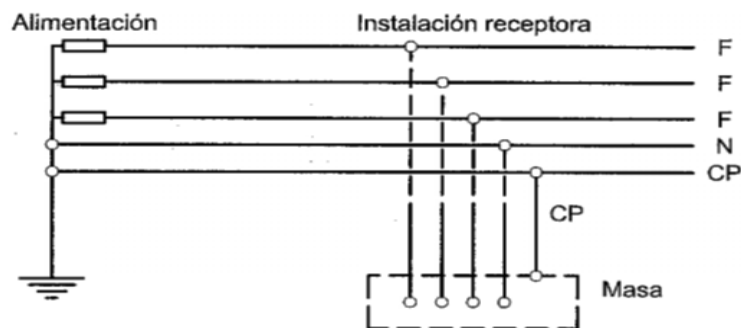
Para que el piso sea considerado aislante ninguna de las mediciones deberá arrojar valores inferiores a 50.000 Ohm, en conformidad a lo establecido en la norma. La disposición descrita aquí no es aplicable a sistemas o circuitos con neutro aislado de tierra.

5 Esquemas de conexión a tierra

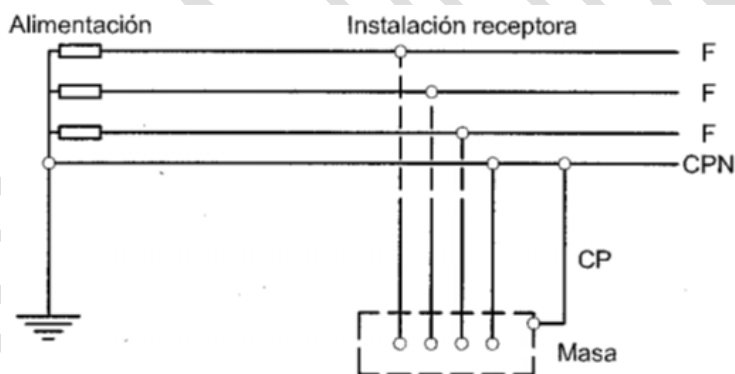
- Para la determinación de las características de las medidas de protección contra contacto directo o por contacto indirecto, así como de las especificaciones de los equipos encargados de tales funciones, será necesario analizar el esquema de distribución empleado.
- Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.
- La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:
 - Primera letra: Se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra.
 - T = Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.
 - I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.
 - Segunda letra: Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.
 - T = Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.
 - N = Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).
 - Otras letras (eventuales): Se refieren a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.
 - S = Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separados.
 - C = Las funciones de neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (conductor CPN).

5.4 Esquema TN

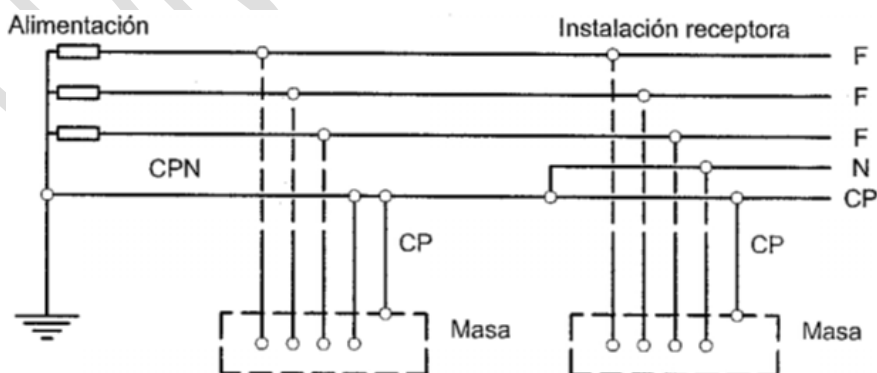
- 5.4.1 Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación de consumo conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección.
- 5.4.2 En los esquemas TN cualquier corriente de falla franca fase-masa es una corriente de cortocircuito. El bucle de defecto está constituido exclusivamente por elementos conductores metálicos.
- 5.4.3 Esquema de distribución TN-S. El conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.



- 5.4.4 Esquema TN-C. Las funciones de neutro y protección están combinados en un solo conductor en todo el esquema.

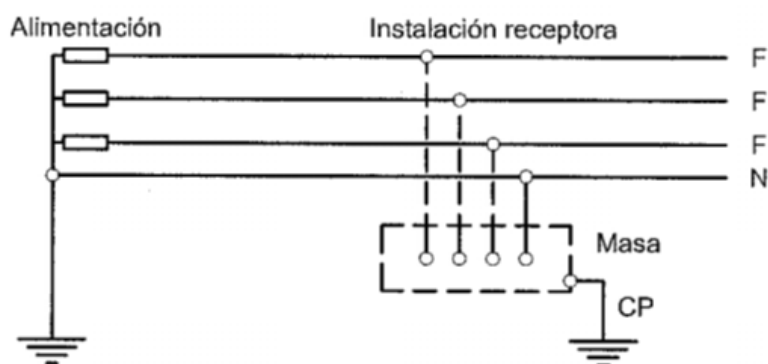


- 5.4.5 Esquema TN-C-S: Las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema.



5.5 Esquema TT

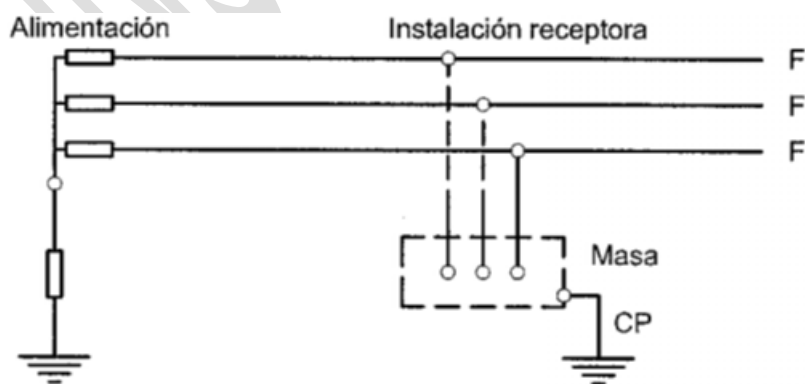
- 5.5.1 El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación de consumo están conectadas a una conexión de puesta a tierra separada de la conexión de puesta a tierra de la alimentación.



- 5.5.2 En este esquema las corrientes de falla fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.
- 5.5.3 En general, el circuito de falla incluye resistencia de paso a tierra en alguna parte, lo que no excluye la posibilidad de conexiones eléctricas voluntarias o no, entre la zona de la conexión de puesta a tierra de las masas de la instalación y la de la alimentación.
- 5.5.4 Aunque ambas tomas de tierra no sean independientes, el esquema sigue siendo un esquema TT si no se cumplen todas las condiciones del esquema TN. Dicho de otra forma, no se tienen en cuenta las posibles conexiones entre ambas zonas de conexión de puesta a tierra para la determinación de las condiciones de protección.

5.6 Esquema IT

- 5.6.1 En el esquema IT, la instalación debe estar aislada de tierra o conectada a tierra a través de una impedancia de valor suficientemente alto. Esta conexión se efectúa bien sea en el punto neutro de la instalación, si está montada en estrella, o en un punto neutro artificial. Cuando no exista ningún punto de neutro, un conductor de fase puede conectarse a tierra a través de una impedancia.



- 5.6.2 En este esquema la corriente resultante de una primera falla fase-masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

- 5.6.3 La limitación del valor de la corriente resultante de una primera falla fase-masa o fase-tierra se obtiene bien por la ausencia de conexión a tierra en la alimentación, o bien por la inserción de una impedancia suficiente entre un punto de la alimentación (generalmente el neutro) y tierra. A este efecto puede resultar necesario limitar la extensión de la instalación para disminuir el efecto capacitivo de los cables con respecto a tierra.

6 Medidas de protección contra contactos directos

- 6.1 Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.
- 6.2 Se considerará suficiente protección contra los contactos directos con partes energizadas que funcionen a más de 50 V, la adopción de una o más de las medidas siguientes:
- Colocación de la parte energizada fuera de la zona alcanzable por una persona.
 - Colocando las partes activas en bóvedas, salas o recintos similares, accesibles únicamente a personal calificado.
 - Separando las partes energizadas mediante rejas, tabiques o disposiciones similares, de modo que ninguna persona pueda entrar en contacto accidental con ellas y que sólo personal calificado tenga acceso a la zona así delimitada.
 - Recubriendo las partes energizadas con aislantes apropiados, capaces de conservar sus propiedades a través del tiempo y que limiten las corrientes de fuga a valores no superiores a 1 mA. Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no se considerarán como una aislación satisfactoria para estos fines.
- 6.3 Los medios a utilizar como medidas de protección contra contactos directos son habitualmente:
- Protección por aislamiento de las partes activas.
 - Protección por medio de barreras o envolventes.
 - Protección por medio de obstáculos.
 - Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
 - Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.
- 6.4 Protección por aislamiento de las partes activas.
- 6.4.1 Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.
- 6.4.2 Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no se considera que constituyan un aislamiento suficiente en el marco de la protección contra los contactos directos.
- 6.5 Protección por medio de barreras o envolventes.
- 6.5.1 Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP 2X. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán medidas adicionales para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas, se deberá señalar la advertencia de peligro.
- 6.5.2 Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.
- 6.5.3 Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.
- 6.5.4 Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:
- Con la ayuda de una llave o de una herramienta.
 - Después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes.

- c) Si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

6.6 Protección por medio de obstáculos.

6.6.1 Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

6.6.2 Los obstáculos están destinados a impedir los contactos fortuitos con las partes activas, pero no los contactos voluntarios por una tentativa deliberada de salvar el obstáculo.

6.6.3 Los obstáculos deben impedir:

- a) Un acercamiento físico no intencionado a las partes activas.
- b) Los contactos no intencionados con las partes activas en el caso de intervenciones en equipos bajo tensión durante el servicio.

6.6.4 Los obstáculos pueden ser desmontables sin la ayuda de una herramienta o de una llave; no obstante, deben estar fijados de manera que se impida todo desmontaje involuntario.

6.7 Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.

6.7.1 Esta medida no garantiza una protección completa y es aplicable a los recintos de servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado.

6.7.2 La puesta fuera de alcance por alejamiento está destinada solamente a impedir los contactos fortuitos con las partes activas.

6.7.3 Las partes accesibles simultáneamente, que se encuentran a tensiones diferentes no deben encontrarse dentro del volumen de accesibilidad.

6.7.4 El volumen de accesibilidad de las personas se define como el situado alrededor de los emplazamientos en los que pueden permanecer o circular personas, y cuyos límites no pueden ser alcanzados por una mano sin medios auxiliares. La altura que limita el volumen es 2,5 m.

6.7.5 Cuando el espacio en el que permanecen y circulan normalmente personas está limitado por un obstáculo (por ejemplo, listón de protección, barandillas, panel enrejado) que presenta un grado de protección inferior al IP2X o IP XXB, el volumen de accesibilidad comienza a partir de este obstáculo.

6.7.6 En los emplazamientos en que se manipulen normalmente objetos conductores de gran longitud o voluminosos, las distancias prescritas anteriormente deben aumentarse teniendo en cuenta las dimensiones de estos objetos.

6.8 Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual

6.8.1 La utilización de los protectores diferenciales no constituye por sí mismo una medida de protección completa y requiere el empleo de una de las medidas de protección señaladas en 5.7 a 5.9 del presente pliego.

6.8.2 El empleo de protectores diferenciales, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

6.8.3 Cuando se prevea que las corrientes diferenciales puedan ser no senoidales (como por ejemplo en salas de radiología intervencionista), los protectores diferenciales utilizados serán de clase A que aseguran la desconexión para corrientes alternas senoidales así como para corrientes continuas pulsantes. Asimismo, los protectores diferenciales serán de clase B en caso de que las cargas estén asociadas con electrónica de potencia o puedan no tener paso por cero, a fin y efecto de asegurar la desconexión en presencia de corrientes de falla en DC o AC.

- 6.8.4 En las áreas húmedas donde la interrupción de corriente eléctrica bajo condiciones de falla pueda ser admitida, como en piscinas, jacuzzi, tinas de hidromasajes, baños, tinas terapéuticas, etc., deben instalarse protectores diferenciales para la protección de las personas; también se incorporarán a circuitos que alimenten aparatos y artefactos que estén instalados a menos de 0,8 m de lavaplatos, lavamanos o similares, independientemente de que estos se encuentren o no dentro de un baño o recinto considerado como húmedo o mojado.
- 6.8.5 En las áreas donde la instalación genere mayor vulnerabilidad de la persona al paso de la corriente, tales como lugares húmedos y mojados, se deben utilizar protectores diferenciales de sensibilidad no superior a 10 mA.
- 6.8.6 Todas las instalaciones de locales de reunión de personas deberán protegerse contra riesgos de incendios, mediante la instalación de una protección diferencial que no supere los 300 mA. Se eximirán de esta exigencia las instalaciones cuyos circuitos cuenten con diferenciales con sensibilidades menores a 300 mA.

7 Medidas de protección contra contactos indirectos

- 7.1 La primera medida contra los contactos indirectos es evitar que estos se produzcan y esto se logrará manteniendo la aislación en los diversos puntos de la instalación en sus valores adecuados.
- 7.2 Se considera que una instalación tiene un adecuado valor de resistencia de aislación si ejecutadas las mediciones en la forma que se describe a continuación se obtienen valores no inferiores a los prescritos:
- 7.2.1 La resistencia de aislación de una instalación de baja tensión se medirá aplicando una tensión no inferior a 500 V y utilizando instrumentos de corriente continua. Durante el proceso de medición los conductores de la instalación o la parte de ella que se quiere medir, incluido el neutro, estarán desconectados de la fuente de alimentación.
- 7.2.2 Se efectuará una primera medición de aislación con respecto a tierra, para lo cual se unirán entre sí todos los conductores de la instalación, exceptuando el de protección; se conectarán todos los artefactos de consumo y todos los interruptores estarán en la posición "cerrado".
Se aceptará también que la medición se ejecute midiendo la aislación de cada conductor en forma individual, sin necesidad de unirlos.
A continuación se efectuará una medida de aislación entre conductores, para lo cual éstos se separarán, se desconectarán los artefactos de consumo y los interruptores se mantendrán en la posición "cerrado". La medida se efectuará sucesivamente tomando los conductores de dos en dos.
- 7.2.3 El valor mínimo de resistencia de aislación será de 300.000 Ohm para instalaciones con tensiones de servicio de hasta 220 V. Para tensiones superiores se aceptará una resistencia de aislación de 1.000 Ohm por Volt de tensión de servicio para toda la instalación, si su extensión no excede de 100 m. Las instalaciones de extensión superior a 100 m se separarán en tramos no superiores a dicho valor, cada uno de los cuales deberá cumplir con el valor de resistencia de aislación prescrito.
- 7.3 Asumiendo que aún en una instalación en condiciones óptimas, ante una situación de falla, una parte metálica del equipo puede quedar energizada, y además de la verificación y cumplimiento de lo prescrito en 8.2, se deberán tomar medidas complementarias para protección contra tensiones de contacto peligrosas. Estas medidas se clasificarán en dos grupos: los sistemas de protección clase A y los sistemas de protección clase B.
- 7.4 En los sistemas de protección clase A, se trata de tomar medidas destinadas a suprimir el riesgo haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y los elementos conductores entre los cuales puedan aparecer tensiones peligrosas. Dentro de esta clase encontraremos los siguientes sistemas de protección:
- Empleo de transformadores de aislación.
 - Empleo de tensiones extra bajas.
 - Empleo de aislación de protección o doble aislación.
 - Conexiones equipotenciales.

7.5 En los sistemas de protección clase B se exige la puesta a tierra o puesta a neutro de las carcasas metálicas, asociando ésta a un dispositivo de corte automático que produzca la desconexión de la parte de la instalación fallada; dentro de esta clase encontramos los siguientes sistemas:

- a) Puesta a tierra de protección y dispositivo de corte automático operado por corriente de falla.
- b) Neutralización y dispositivo de corte automático operado por corriente de falla.

7.5.1 Sistemas de protección clase A. La aplicación de estas medidas, por sus características, serán posibles en casos muy restringidos y sólo para ciertos equipos o partes de la instalación.

7.5.2 Empleo de transformadores de aislación: Este sistema consiste en alimentar el o los circuitos que se desea proteger a través de un transformador, generalmente de razón 1/1, cuyo secundario esté aislado de tierra. Se deberán cumplir las condiciones siguientes:

- a) Su construcción será de tipo doble aislación.
- b) El circuito secundario no tendrá ningún punto común con el circuito primario ni con ningún otro circuito distinto.
- c) No se emplearán conductores ni contactos de tierra de protección en los circuitos conectados al secundario.
- d) Las carcasas de los equipos conectados al secundario no estarán conectados a tierra ni a la carcasa de otros equipos conectados a otros circuitos, pero la carcasa de todos los equipos conectados al circuito secundario y que pueden tocarse simultáneamente, estarán interconectados mediante un conductor de protección.
- e) El límite de tensión y de potencia para transformadores de aislación monofásicos será de 220 V y 10 kVA; para otros transformadores de aislación estos valores límites serán de 380 V y 18 kVA, respectivamente.
- f) En trabajos que se efectúen dentro de recipientes metálicos, tales como estanques, calderas, etc., los transformadores de aislación deben instalarse fuera de estos recipientes.

Este tipo de protección se utiliza en instalaciones que se efectúen en o sobre calderas, andamiajes metálicos, cascos navales y, en general, donde las condiciones de trabajo sean extremadamente peligrosas por tratarse de locales o ubicaciones muy conductoras. El empleo de este sistema de protección hará innecesaria la adopción de medidas adicionales.

7.5.3 Empleo de tensiones extra bajas: En este sistema se empleará como tensión de servicio un valor de 50 V ó 24 V, de acuerdo a lo prescrito en 5.11. Su aplicación requiere del cumplimiento de las siguientes condiciones:

- a) La tensión extra baja será proporcionada por transformadores, generadores, baterías o convertidores electrónicos con aislación galvánica, cuyas características sean las adecuadas para este tipo de trabajo.
- b) El circuito no será puesto a tierra ni se conectará con circuitos de tensión más elevada, ya sea directamente o mediante conductores de protección.
- c) No se podrá efectuar una transformación de media o alta tensión a tensión extra baja.

El empleo de este sistema de protección es recomendable en instalaciones ejecutadas en recintos o lugares muy conductoras y hará innecesaria la adopción de otras medidas adicionales de protección.

Como ejemplo de lugares muy conductoras pueden citarse piscinas en que se utilicen circuitos de iluminación subacuática, circuitos de alimentación a tinas domésticas de hidromasaje, saunas, etc.

7.5.4 Empleo de aislación de protección o doble aislación: Este sistema consiste en recubrir todas las partes accesibles de carcasas metálicas con un material aislante apropiado, que cumpla lo prescrito en 8.1 ó utilizar carcasas aislantes que cumplan iguales condiciones.

El empleo de materiales no conductoras en la construcción de las carcasas de electrodomésticos y maquinas herramientas portátiles ha hecho que este sistema de protección haya alcanzado una gran difusión y efectividad.

7.5.5 Conexiones equipotenciales: Este sistema consiste en unir todas las partes metálicas de la canalización y las masas de los equipos eléctricos entre sí y con los elementos conductoras ajenos a la instalación que sean accesibles simultáneamente, para evitar que puedan aparecer tensiones peligrosas entre ellos.

Esta medida puede, además, comprender la puesta a tierra de la unión equipotencial para evitar que aparezcan tensiones peligrosas entre la unión y el piso.

En las condiciones indicadas, deben insertarse partes aislantes en los elementos conductores unidos a la conexión equipotencial, por ejemplo, coplas o uniones aislantes en sistemas de cañerías, a fin de evitar la transferencia de tensiones a puntos alejados de la conexión.

Las puertas y ventanas metálicas o los marcos metálicos que estén colocados en muros no conductores y fuera del contacto de otras estructuras metálicas no necesitan conectarse a la conexión equipotencial.

El empleo de este sistema de protección es recomendable en lugares mojados, debiendo asociarse a uno de los sistemas de protección clase B.

7.6 Sistemas de protección clase B. Son aquellos que se indican a continuación; en ellos, las puestas a tierra deberán cumplir lo prescrito en el Pliego Técnico Normativo RTIC N°06 de Puesta a tierra.

7.6.1 Dispositivos automáticos de corte por corriente de falla asociados con una puesta a tierra de protección. Este sistema consiste en la conexión a una tierra de protección de todas las carcasas metálicas de los equipos y la protección de los circuitos mediante un dispositivo de corte automático sensible a las corrientes de falla, el cual desconectará la instalación o el equipo fallado; Ver Anexo 5.2. La aplicación de este sistema requiere del cumplimiento de las siguientes condiciones:

- a) En instalaciones con neutro a tierra:
 - La corriente de falla deberá ser de una magnitud tal que asegure la operación del dispositivo de protección en un tiempo no superior a 5 segundos.
 - Una masa cualquiera no puede permanecer a un potencial que exceda el valor de seguridad prescrito en 5.11, en relación con una conexión de puesta a tierra.
 - Todas las masas de una instalación deben estar conectadas a la misma conexión de puesta a tierra.
- b) En instalaciones con neutro flotante o conectado a tierra a través de una impedancia.
 - Se cumplirán las mismas condiciones de a); en donde no se pueda cumplir la primera condición, deberán cumplirse las siguientes otras condiciones:
 - Deberá existir un dispositivo automático de señalización que muestre cuando se haya presentado una primera falla de aislación en la instalación.
 - En caso de fallas simultáneas que afecten la aislación de fases distintas o de una fase y neutro, la separación de la parte fallada de la instalación debe asegurarse mediante dispositivos de corte automático que interrumpan todos los conductores de alimentación, incluso el neutro.

7.6.2 Como dispositivos de corte automático para la aplicación de las medidas contenidas en 8.7.1 se podrán emplear fusibles o interruptores termomagnéticos, siempre que sus características de operación sean adecuadas. El empleo de estos dispositivos exigirá que la impedancia de falla tenga un valor extremadamente bajo y el valor de la resistencia de la tierra de protección debe ser tal que no permita la aparición de tensiones que excedan los valores de seguridad. En general, esto sólo será posible de obtener cuando el terreno sea buen conductor y cuando en la red exista un gran número de puestas a tierra de servicio. Ver Pliego Técnico Normativo RTIC N°06.

En instalaciones en que la impedancia de falla y la puesta a tierra de protección tengan valores tales que no permitan el cumplimiento de las prescripciones de 8.7.1, se deberán utilizar los protectores diferenciales como dispositivos asociados a los de corte automático.

7.6.3 Empleo de protectores diferenciales. Las condiciones de operación de un protector diferencial se establecen en la definición 4.3 del capítulo Terminología, para una mejor comprensión de su alcance ver Anexo 5.2. En los casos en que el diferencial se emplee en instalaciones de uso doméstico o similar, en caso de falla deberá interrumpir el suministro eléctrico al circuito protegido, aún en ausencia del conductor neutro. Otras características de este sistema de protección son las siguientes:

- a) El valor mínimo de corriente de falla diferencial a partir del cual el dispositivo opera determina la sensibilidad del aparato.

- b) El valor de resistencia de la puesta a tierra a que debe asociarse un protector diferencial se determinará de acuerdo a la sensibilidad de éste y debe cumplir la relación:

$$R = \frac{V_s}{I_s}$$

Siendo I_s el valor de la sensibilidad del diferencial expresado en amperes, V_s el voltaje de seguridad de acuerdo a 5.11 y R la resistencia de puesta a tierra de protección.

- c) De forma similar, se debe emplear estos aparatos cuando se aplica el sistema de neutralización como medio de protección, cumpliendo las prescripciones del párrafo 8.7.4.

7.6.4 Neutralización. Este sistema consiste en unir las masas de la instalación al conductor neutro, de forma tal que las fallas francas de aislación se transformen en un cortocircuito fase-neutro, provocando la operación de los aparatos de protección del circuito. Ver Anexo 5.3.

En la implementación de este sistema se pueden adoptar dos modalidades:

- a) La conexión directa de las carcasas al neutro de la instalación, Figura 1 de Anexo 5.3.
- b) La conexión de las carcasas a un conductor de protección asociado al neutro de la instalación, Figura 2 de Anexo 5.3.

Para los fines de aplicación de este pliego, sólo se considerará aceptable la Neutralización con un conductor de protección asociado al neutro (Figura 2 de Anexo 5.3).

Para utilizar este sistema de protección deben cumplirse las siguientes condiciones:

- a) La corriente de falla estimada en el punto será de una magnitud tal que asegure la operación de las protecciones en un tiempo no superior a 5 segundos.
- b) Los dispositivos de protección deberán ser disyuntores o fusibles.
- c) Todas las carcasas de los equipos deberán estar unidas a un conductor de protección, el que estará unido a la puesta a tierra única de la instalación. A esta puesta a tierra única estará también unido el neutro del empalme de la instalación.
- d) Aun cuando en el ámbito de aplicación de esta norma se pide la existencia de una única puesta a tierra, el conductor de conexión para el neutro y la bajada a la puesta a tierra del conductor de protección deben ser independientes.
- e) La sección del conductor de protección será igual a la del neutro.
- f) El conductor de protección será aislado y de iguales características que el neutro.
- g) Para instalaciones alimentadas por empalmes en BT el valor de la resistencia de la puesta a tierra única de la instalación no deberá exceder 20 Ohm.
- h) El sistema de neutralización deberá asociarse a otro sistema de protección contra contactos indirectos que garantice que no existirán tensiones peligrosas ante un eventual corte del neutro de la red de distribución. Se debe emplear el sistema de neutralización asociado a protectores diferenciales de sensibilidad no superior a 30 mA, efectuando la unión entre el neutro y el conductor de protección antes del diferencial.
- i) Todos los circuitos deberán contar con el tercer cable de tierra de protección, sin excepción.

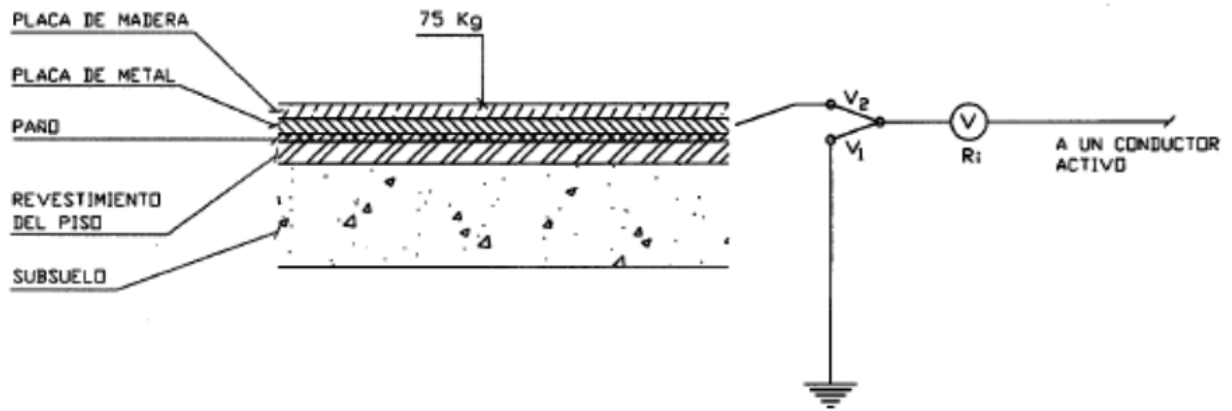
En caso de instalaciones alimentadas desde un empalme en MT y desde donde se origine una red particular en BT, esta red de distribución deberá cumplir lo establecido en el Pliego Técnico Normativo RTIC N° 06, artículos 6.6 y 6.7.

En caso de instalaciones alimentadas desde una subestación propia, el valor de la resistencia de la puesta a tierra única de la instalación será el menor valor resultante entre 20 Ohm y el valor determinado por el cálculo de las condiciones de operación del sistema de MT.

CONSULTA PÚBLICA

ANEXO 5.1

MEDIDA DE RESISTENCIA DE PISOS



$$R_p = R_i \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right)$$

R_p = RESISTENCIA DEL PISO EN OHM

R_i = RESISTENCIA INTERNA DEL VOLTMETRO EN OHM

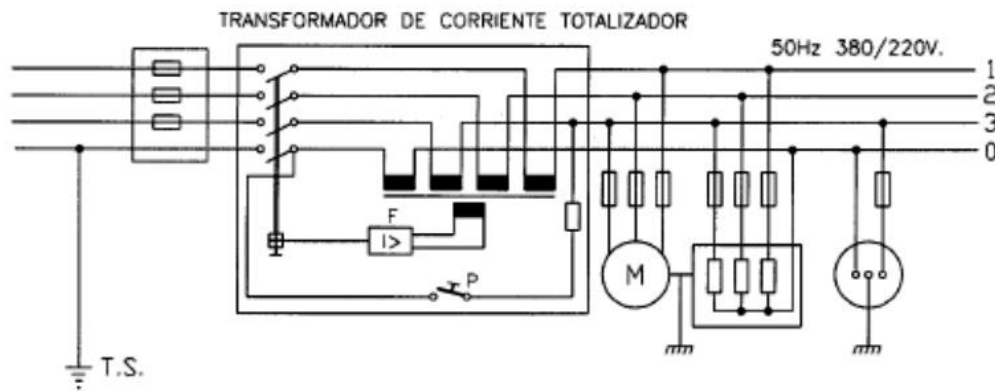
V_1 = LECTURA DEL VOLTMETRO EN EL PTO. 1, EN OHM

V_2 = LECTURA DEL VOLTMETRO EN EL PTO. 2, EN OHM

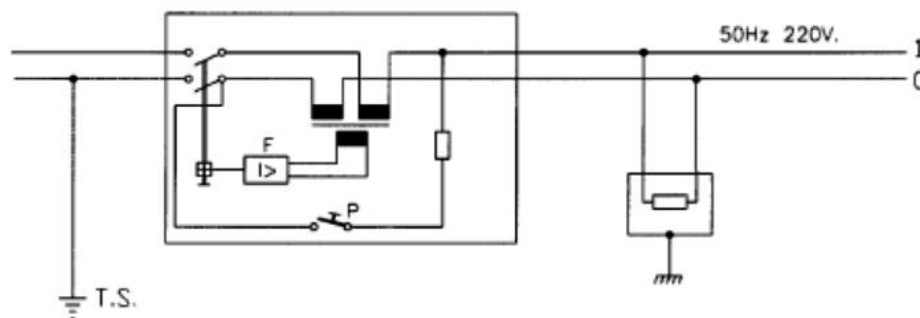
ANEXO 5.2

ESQUEMA PROTECTOR DIFERENCIAL

TRIFASICO



MONOFASICO



F = BOBINA DETECTORA DE FALLA A TIERRA
 P = BOTONERA DE PRUEBA