



ESQUEMA 1

DE NORMA IRAM 2281-7

Primera edición

Código de práctica para puesta a tierra de sistemas eléctricos

Instalaciones de puesta a tierra y de seguridad eléctrica para uso hospitalario

(Code of practice for earthing (grounding) of electrical systems.
Earthing and electrical safety installations for hospital uses).

Este esquema está sometido a discusión pública. Las observaciones deben remitirse fundadas y por escrito, al Instituto IRAM, Perú 552 / 556 - (C1068AAB) Buenos Aires antes del
2001-11-09

Prefacio

El Instituto Argentino de Normalización (IRAM) es una asociación civil sin fines de lucro cuyas finalidades específicas, en su carácter de Organismo Argentino de Normalización, son establecer normas técnicas, sin limitaciones en los ámbitos que abarquen, además de propender al conocimiento y la aplicación de la normalización como base de la calidad, promoviendo las actividades de certificación de productos y de sistemas de la calidad en las empresas para brindar seguridad al consumidor.

IRAM es el representante de la Argentina en la International Organization for Standardization (ISO), en la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y en la Asociación MERCOSUR de Normalización (AMN).

Esta norma IRAM es el fruto del consenso técnico entre los diversos sectores involucrados, los que a través de sus representantes han intervenido en los Organismos de Estudio de Normas correspondientes.

Índice

	Página
INTRODUCCIÓN	5
1 ALCANCE	5
2 NORMAS PARA CONSULTA	5
3 DEFINICIONES.....	5
4 REGLAS DE APLICACIÓN PARA LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE U.H., CIRCUITOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS NO REFERIDOS A TIERRA Y FUENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA.....	7
5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE USO HOSPITALARIO	9
6 CIRCUITOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS NO REFERIDOS A TIERRA ("FLOTANTES").....	15
7 FUENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA	18
8 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO.....	20
Anexo A (Normativo) Ejemplo de tomacorrientes con línea de emergencia para uso en equipamiento electromédico	21
Anexo B (Normativo) Protección contra inflamación e incendios.....	22
Anexo C (Normativo) Verificación y mediciones de la resistencia eléctrica de los pisos antiestáticos	24
Anexo D (Normativo) Verificaciones iniciales del sistema aislado IT, previas a su entrada en servicio	25
Anexo E (Normativo) Protección contra las perturbaciones eléctricas y magnéticas.....	26
Anexo F (Informativo) Bibliografía	27
Anexo G (Informativo) Integrantes del organismo de estudio	28

Código de práctica para puesta a tierra de sistemas eléctricos

Instalaciones de puesta a tierra y de seguridad eléctrica para uso hospitalario

INTRODUCCIÓN

La Comisión de Procedimientos para Puesta a Tierra inició el estudio de la presente norma a los efectos de contar con una herramienta que asista al técnico o al ingeniero para la realización de las instalaciones de puesta a tierra y de seguridad eléctrica en hospitales.

1 ALCANCE

Esta norma establece los requisitos de seguridad eléctrica, para Sistemas de Puesta a Tierra (p.a.t.) de "Uso Hospitalario" (U.H.), sistemas de cableado no puestos a tierra y fuentes de energía de emergencia para las instalaciones eléctricas utilizadas en hospitales, clínicas, etc.; a los efectos de garantizar la seguridad de las personas en el uso de la maquinaria y los aparatos eléctricos de U.H..

Nota IRAM: Los locales para uso médico tendrán sus instalaciones eléctricas en un todo de acuerdo con la reglamentación específica de la A.E.A.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Los documentos normativos siguientes contienen disposiciones, las cuales, mediante su cita en el texto, se transforman en disposiciones válidas para la presente norma IRAM. Las ediciones indicadas son las vigentes en el momento de su publicación. Todo documento es susceptible de ser revisado y las partes que realicen acuerdos basados en esta norma se deben esforzar para buscar la posibilidad de aplicar sus ediciones más recientes.

Los organismos internacionales de normalización y el IRAM mantienen registros actualizados de sus normas.

IRAM 2281-1:1996 - Puesta a tierra de sistemas eléctricos. Consideraciones Generales. Código de práctica.

IRAM 2281-2 (en revisión) - Puesta a tierra de sistemas eléctricos. Guía de mediciones de magnitudes de puesta a tierra (resistencias, resistividades y gradientes).

IRAM 2281-3:1996 - Puesta a tierra de sistemas eléctricos. Instalaciones industriales y domiciliarias (Inmuebles) y redes de baja tensión. Código de práctica.

3 DEFINICIONES

A los efectos de esta norma se aplican las definiciones siguientes:

3.1 habitación o local de uso médico

Local para realizar atención o cuidados médicos, tales como: consultas, exámenes, controles, tratamientos, etc.

3.2 sistema de Tierra de Uso Hospitalario

Sistema de puesta a tierra para proveer de una tierra de protección o de una tierra equipotencial y los métodos para mejorar la confiabilidad de la tierra especial para uso médico.

3.3 tierra de protección

Tierra provista para partes conductoras expuestas (masas; ver norma IRAM 2281-3).

3.4 tierra equipotencial

Tierra provista para partes conductoras expuestas (masas) o partes no usualmente conductoras, que se conectan eléctricamente a un punto, para hacerlas equipotenciales.

3.5 partes conductoras expuestas (masas)

Partes conductoras de maquinarias o aparatos eléctricos que no pertenecen a un conductor activo pero que, en caso de fallas, tienen la posibilidad de electrizarse y pueden ser tocadas o alcanzadas fácilmente por alguna persona.

3.6 parte accidentalmente conductora

Parte conductora que no forma parte de la instalación eléctrica, pero que tiene la posibilidad de transmitir el potencial de tierra.

NOTA: Son partes accidentalmente conductoras las estructuras metálicas del edificio, las cañerías de provisión de agua, las partes metálicas de una cama, etc.

3.7 electrodos o tomas de tierra

Conductores en contacto íntimo con la tierra (suelo) para realizar la conexión eléctrica con ella.

NOTA: Se entiende como tales a: las estructuras de los edificios, las jabalinas, las mallas de puesta a tierra, etc.

3.8 línea o conductor principal de tierra

Conductor de puesta a tierra que va desde el electrodo de tierra hasta la placa o barra de puesta a tierra de U.H..

3.9 línea o conductor de derivación de tierra

Conductor de puesta a tierra que se utiliza para conectar, desde la placa o barra de puesta a tierra de U.H hasta los bornes de tierra de los tomacorrientes de U.H., los bornes de tierra de U.H., las partes conductoras expuestas y las partes no usualmente conductoras.

3.10 placa colectora o barra de puesta a tierra de U.H.

Es la placa o barra conectada a la línea principal de tierra donde se conectan las líneas de derivación y eventuales conductores de conexión a electrodos de tierra naturales.

3.11 central de tierra de Uso Hospitalario

Nombre general de un dispositivo que contiene la placa colectora o barra de puesta a tierra de U.H. y que está alojada en una caja aislante.

3.12 bornes de tierra de U.H.

Bornes que se conectan a la línea de derivación de tierra y al cordón de tierra.

3.13 cordón de tierra

Conductor único que provee tierra de protección o tierra equipotencial a un aparato o maquinaria eléctrica de U.H.

3.14 fuente general de energía eléctrica de emergencia

Fuente que automáticamente suministra energía eléctrica a la carga, dentro de los 40 segundos de producida la falta de energía del servicio público de electricidad.

3.15 fuente especial de energía eléctrica de emergencia

Fuente que automáticamente suministra energía eléctrica a la carga, dentro de los 10 segundos de producida la falta de energía del servicio público de electricidad.

3.16 fuente ininterrumpida de energía eléctrica de emergencia

Fuente que automática e "instantáneamente" suministra energía eléctrica a la carga, al producirse la falta de energía del servicio público de electricidad.

4 REGLAS DE APLICACIÓN PARA LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE U.H., CIRCUITOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS NO REFERIDOS A TIERRA Y FUENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA

Las instalaciones eléctricas de hospitales y clínicas, los equipos para tierras de protección o equipotenciales, el equipamiento que corresponde a los circuitos de instalaciones eléctricas no puestos a tierra, y las fuentes de energía eléctrica de emergencia, se realizarán de acuerdo con el uso médico de la habitación, aplicando las reglas siguientes:

4.1 Sistema de tierra de Uso Hospitalario

- 1.- Se proveerá tierra de protección de U.H. para las habitaciones de uso médico con equipos y aparatos eléctricos.
- 2.- Se proveerá tierra equipotencial a las habitaciones de uso médico donde se realicen tratamientos o cuidados médicos, en los que se inserten electrodos, equipos o aparatos médicos en el cuerpo del paciente, especialmente cuando estén muy cerca del corazón o directamente en el corazón.

4.2 Circuitos de instalaciones eléctricas no referidos a tierra ("flotantes")

El circuito de los tomacorrientes usados para equipos o aparatos eléctricos, en las habitaciones de uso médico, será un sistema no referido a tierra, cuando exista la posibilidad de causar serios inconvenientes en el cuidado médico, debido a la interrupción del servicio eléctrico.

NOTA: El objeto de un sistema flotante es continuar con el servicio, aún en el caso de una falla a tierra de una línea del circuito. (ver capítulo 5).

4.3 Fuentes de energía eléctrica de emergencia

- 1.- Se proveerá de una fuente general de energía eléctrica de emergencia, para el circuito de energía eléctrica de emergencia de las habitaciones de uso médico que utilicen equipos de U.H. que, en caso de interrupción del sistema público de energía, pudieran causar graves inconvenientes en el cuidado médico. En el caso de interrumpirse el servicio público de energía, la energía eléctrica deberá reponerse dentro de los 40 segundos.
- 2.- Se proveerá de una fuente especial de energía eléctrica de emergencia, para el circuito de energía eléctrica de emergencia especial en las habitaciones de uso médico donde se utilicen aparatos o equipos eléctricos para la conservación de la vida. En caso de interrumpirse el servicio público de energía, la energía eléctrica deberá reponerse dentro de los 10 segundos.
- 3.- Se proveerá de una fuente ininterrumpida de energía eléctrica de emergencia en las habitaciones de uso médico donde se usen aparatos o equipos eléctricos de U.H., tales como lámparas quirúrgicas o similares o equipos que necesitan energía eléctrica ininterrumpida. En el caso de interrupción del servicio público de energía eléctrica, la energía eléctrica deberá recuperarse inmediatamente, de tal manera que ninguno de los equipos alimentados sea afectado en la continuidad de su funcionamiento.

NOTA: Para los distintos locales de uso médico, se indican ejemplos de aplicación en la tabla de referencia siguiente.

Tabla 1 - Ejemplos de aplicación de sistemas de puesta a tierra de uso hospitalario y de fuentes de energía eléctrica de emergencia

Habitaciones o locales de uso médico (1)	Sistemas de P.A.T. de Uso Hospitalario		Instalaciones eléctricas no referidas a tierra	Fuentes de energía eléctrica de emergencia (2)		
	Tierra de protección	Tierra equipotencial		General	Especial	Ininterrumpida
Quirófano del tórax	•	•	•	•	H	•
Otros quirófanos	•	•	•	•	H	•
Sala de recuperación	•	H	H	•	H	t
Unidad de cuidados intensivos	•	•	H	•	H	H
Unidad coronaria	•	•	H	•	H	H
Sala de guardia	•	H	H	•	H	t
Sala de cateterismo cardíaco	•	•	•	•	u	H
Sala de arteriografía cardiovascular (Hemodinamia)	•	•	•	•	H	H
Sala de observación	•	H	H	•	u	H
Sala de exámenes fisiológicos	•	H	u	H	u	t
Sala de endoscopia	•	H	u	H	u	t
Sala de Rayos X	•	u	u	H	u	t
Sala de partos	•	H	u	H	u	t
Sala general	•	u	u	H	u	t
Consultorios	•	t	t	H	t	t
Revisación física	•	t	t	H	t	t

Indicaciones simbólicas:

- Instalación obligatoria para la seguridad eléctrica.
- H Instalación optativa pero recomendable.
- u Instalación generalmente no necesaria.
- t Generalmente no corresponde su aplicación.

Notas: 1.- Los nombres de los locales se dan a título ilustrativo.

2.- Las fuentes de energía eléctrica de emergencia, deberán utilizarse también para locales que no son de uso médico.

5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE USO HOSPITALARIO

Los sistemas de puesta a tierra de Uso Hospitalario deben cumplir con todas las exigencias siguientes:

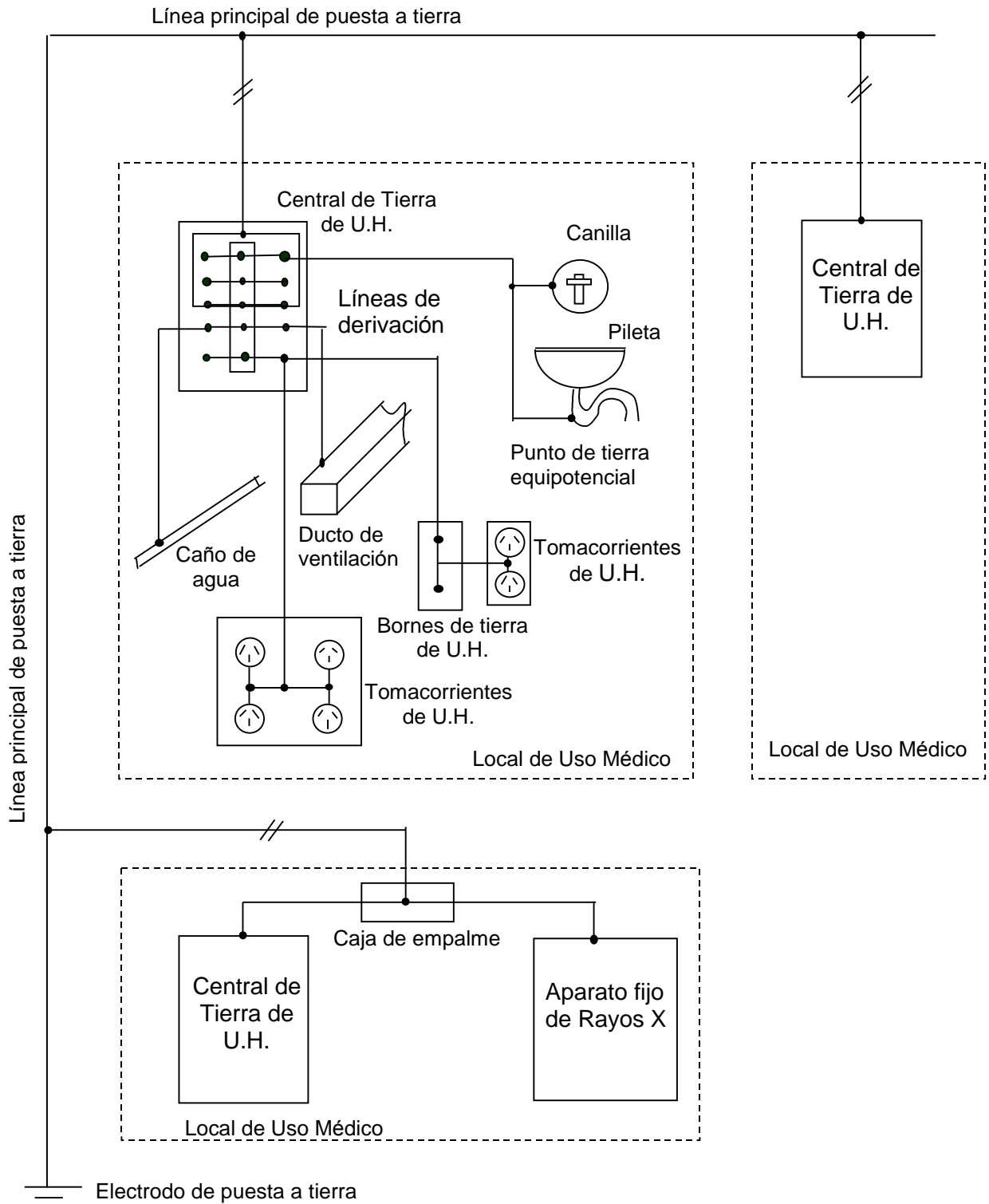


Figura 1 - Ejemplo conceptual de un sistema de Puesta a Tierra de Uso Hospitalario

5.1 Tierra de protección

Las instalaciones de tierra de protección en los locales de uso médico se instalarán de acuerdo con 4.1 (punto 1) y deberán cumplir con los requisitos siguientes:

- 1.- Para cada local de uso médico se deberá instalar una Central de tierra de U.H., tomacorrientes de U.H. y bornes de tierra de U.H..
- 2.- El cableado eléctrico para la puesta a tierra de los tomacorrientes y los bornes de puesta a tierra de U. H. debe conectarse directamente a la Central de tierra de U.H., mediante las respectivas líneas o conductores de derivación o "líneas secundarias".
- 3.- Las líneas o conductores de derivación o líneas secundarias deben tener una aislación de PVC para 1000 V (ver norma IRAM 2183), identificada mediante el color verde-amarillo, con una sección mínima de 2,5 mm², o la que resulte de acuerdo con el cálculo de la norma IRAM 2281-3, si fuera mayor.
- 4.- La resistencia entre el borne de tierra del tomacorriente de U.H., o del borne de puesta a tierra y la Central de tierra de U.H., no debe ser mayor que 0,1 Ω. Dicha resistencia se medirá por el método de la "caída de tensión", haciendo pasar una corriente alterna de 10 A a 25 A, desde una fuente mayor que 6 V, sin carga.
- 5.- Tanto la Central de puesta a tierra de U.H. como los bornes de tierra de U.H., deben cumplir con la norma IRAM 2441.
- 6.- Los tomacorrientes utilizados deben cumplir con la norma IRAM 2071.
- 7.- Para la puesta a tierra de equipos o aparatos eléctricos de U.H. fijos, tales como equipos de Rayos X o similares, se deberá conectar a tierra la parte conductora expuesta, mediante conductores con una aislación de PVC para 1000 V, (ver norma IRAM 2183) con una sección nominal

de acuerdo con la tabla 2, bicolor verde-amarillo.

- a) En caso de que la sección nominal del cable o conductor de puesta a tierra sea de 2,5 mm², el conductor de tierra deberá conectarse directamente a la Central de puesta a tierra de U.H., ubicada en el Local de uso Médico donde se instale el equipo o aparato.
 - b) En el caso que la sección nominal sea de 4 mm² o mayor, este conductor deberá conectarse directamente a la línea de puesta a tierra principal, ubicada en la caja de empalme más cercana al borne de puesta a tierra del local de uso médico donde se instalará el aparato. En este caso, la sección del conductor principal de puesta a tierra desde la caja de empalme hasta el electrodo de tierra o, eventualmente, la estructura de acero, o la armadura de la estructura de hormigón armado del edificio, solamente si ellos se utilizan como línea principal de puesta a tierra y cumplen los requisitos de la norma IRAM 2281-3, deberá cumplir con lo indicado en la tabla 2, y esta línea de tierra **no deberá ser utilizada en común** con otras habitaciones de uso médico. Debe ser de uso exclusivo.
- 8.- En el circuito de alimentación de los Locales de Uso Médico deberá instalarse un interruptor diferencial de alta velocidad y sensibilidad. La sensibilidad será de 30 mA o menor para circuitos con riesgos de contacto personal directo (tomacorrientes de circuitos con neutro referido a tierra) y de hasta 300 mA para los circuitos que presenten riesgos de contacto indirecto (por ejemplo: primarios de los circuitos de alimentación a transformadores de aislación con acometida fija por bornera o tapa abulonada).
 - 9.- Los circuitos que alimenten los transformadores de aislación de U.H. deberán ser exclusivos para este fin y tendrán protección termomagnética y diferencial del lado primario.

- 10.- Los conductores de puesta a tierra de U.H. no deberán tenderse nunca en la misma cañería que los conductores activos de los secundarios de los transformadores de aislamiento de los circuitos no referidos a tierra. Ambas cañerías deberán estar separadas 10 cm como mínimo entre sí.
- 11.- Los conductores activos de los circuitos no referidos a tierra deberán tenderse en cañerías no metálicas normalizadas (ver norma IRAM 2206).
- 12.- Para la protección de los equipos electromédicos se recomienda la instalación de descargadores de sobretensiones transitorias en los tableros de entrada de los circuitos de alimentación a dichos circuitos. (ver normas IRAM 2184-1, IRAM 2184-1-1 e IRAM 2425)
- 13.- En lo que respecta a la Compatibilidad Electromagnética (CEM) las instalaciones de U.H. deberán cumplir con lo establecido en el Anexo E.

Tabla 2 - Sección del conductor de puesta a tierra para equipos fijos o similares

Corriente nominal del dispositivo de protección, es decir de los interruptores colocados del lado de baja tensión de los aparatos fijos (A)	Sección mínima para el conductor de protección de puesta a tierra, de cobre mm²
≤ 100	2,5
≤ 160	4
≤ 200	6
≤ 315	6
≤ 400	10
≤ 500	16
≤ 630	25
≤ 2 500	50
≤ 3 150	70
≤ 4 000	95

5.2 Tierra equipotencial

El equipamiento para tierra equipotencial a instalarse en Locales de Uso Médico, de acuerdo con 4.1, punto 2, además de estar de acuerdo con lo indicado en 4.1, deberá cumplir con los requisitos siguientes:

- 1.-Las partes conductoras expuestas y las no usualmente conductoras de circuitos fijos, ubicadas a las distancias indicadas en la figura 2, del espacio ocupado por

un paciente para su tratamiento deberán conectarse directamente por medio de líneas de derivación de tierra (según lo especificado en 5.1 punto 3), a los conductores del Centro de tierra de U.H. de 5.1 punto 1, en forma individual. Más aún, se pueden excluir de la conexión de tierra equipotencial las partes no usualmente conductoras, cuya superficie sea menor que $0,02 \text{ m}^2$.

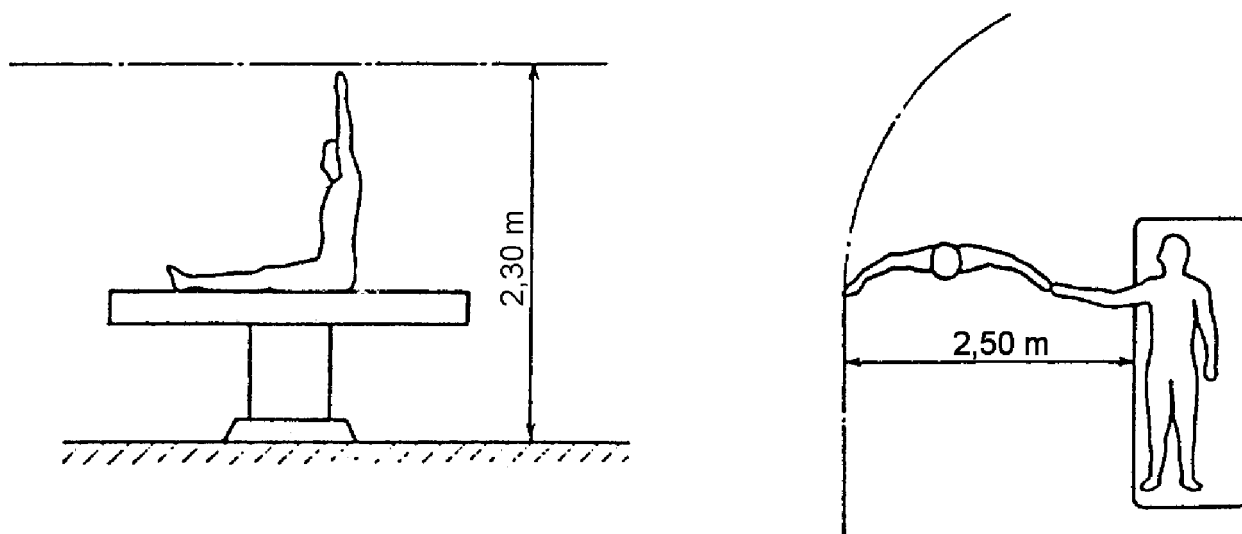
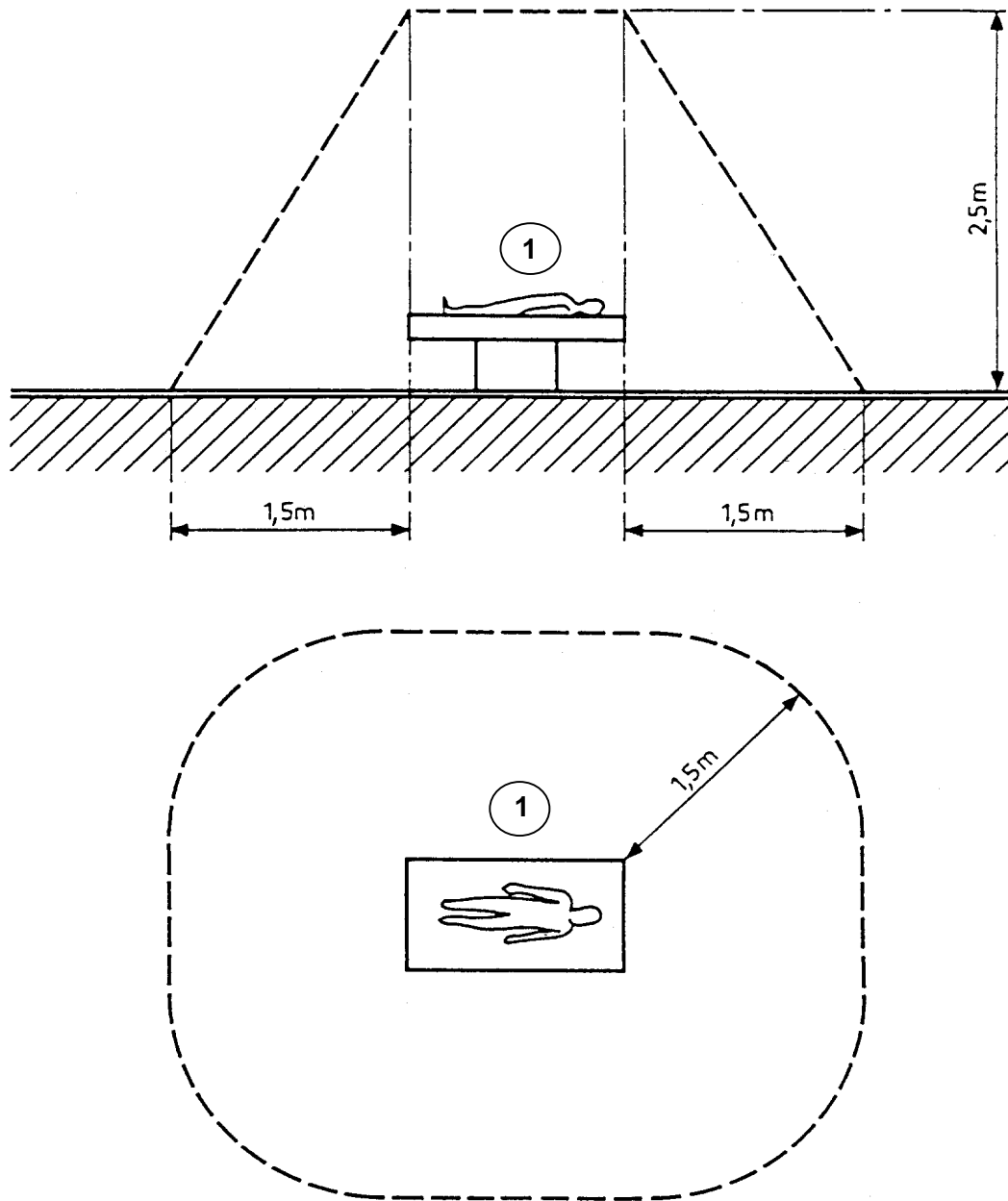


Figura 2a. - Ejemplo de distancias entre las partes conductoras expuestas y las no usualmente conductoras alrededor del paciente



(1) Mesa de paciente

Figura 2b. - Ejemplo de distancias entre las partes conductoras expuestas y las no usualmente conductoras alrededor del paciente

- 2.-La resistencia entre las partes conductoras y el Centro de tierra de U.H. interconectadas para lograr una tierra equipotencial, no deberá ser mayor que $0,1 \Omega$. Dicha resistencia se medirá por el método de la caída de tensión, cuando se hace pasar una corriente de 10 A a 25 A, mediante una fuente de corriente alterna no mayor que 6 V, medidos en vacío.

Se deben conectar a la Central de tierra de U.H. las cintas de cobre o las mallas metálicas de los quirófanos que las tengan ubicadas debajo del piso conductor o semiconductor.

5.3 Línea o conductor principal de tierra

La línea principal de puesta a tierra deberá cumplir los requisitos siguientes:

- 1.-La unión entre la línea principal de tierra y cada Central de tierra de U.H. se deberá realizar con dos conductores en paralelo.
- 2.-En los edificios con estructura metálica o estructura de hormigón armado, la conexión de tierra de la línea principal de puesta a tierra, entre el electrodo de tierra y el piso de las habitaciones de uso médico, puede efectuarse a través de la estructura de acero o, como mínimo, a través de dos de las barras verticales principales de la armadura de hormigón.

Nota: Se entiende como barras verticales principales a aquellas que vinculan directamente el piso en cuestión con la fundación.

- 3.-Con respecto a los edificios que no se encuentren en las condiciones anteriores, se deberá utilizar un conductor de cobre con aislación de PVC para 1 000 V, de 10 mm^2 de sección nominal mínima, de color verde-amarillo.
- 4.-En los edificios con estructura metálica o estructura de hormigón armado, las líneas principales de tierra de tendido

paralelo, para ser conectadas a las Centrales de tierra de dos o más Locales de uso médico, deberán conectarse a la estructura metálica del edificio, o al menos a dos de las principales barras verticales de la armadura del hormigón armado, en más de dos puntos diferentes para cada uno de los conductores.

5.4 Electrodo o toma de tierra

- 1.-En los edificios con estructura de acero u hormigón armado, se deberá utilizar como electrodo de tierra la parte enterrada de la estructura, siempre que cumpla con los requisitos de la norma IRAM 2281-1 (apartado 4.5 y anexo D).

Nota: En los casos en que alguna autoridad competente lo requiriera se instalarán jabalinas u otros electrodos complementarios según la norma IRAM 2281-1.

- 2.-En otros casos, cuando el electrodo de tierra de uso exclusivo se debe enterrar o hincar en el suelo, deberá utilizarse como electrodo de puesta a tierra una jabalina de cobre, acero-cobre o de acero inoxidable. Además, debe buscarse un sitio húmedo y evitar al máximo las posibilidades de corrosión por ácidos, gases u otras sustancias agresivas que afectan a la jabalina.
- 3.-El valor de la resistencia de puesta a tierra recomendable para los sistemas de puesta a tierra de U.H. deberá ser menor que 3Ω , con las verificaciones periódicas correspondientes (ver anexo D. Cuando sea prácticamente imposible obtener dicho valor (por ejemplo: zonas rocosas, pedregosas, arenosas, etc.) se podrán aceptar valores mayores (hasta 50Ω), llevando a cabo los cableados de tierra equipotencial de 4.2 en los locales de uso médico.
- 4.-El valor de la resistencia de puesta a tierra del electrodo de tierra natural que constituye la parte enterrada de la estructura del edificio se puede calcular por

el método indicado en la norma IRAM 2281-1.

6 CIRCUITOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS NO REFERIDOS A TIERRA ("FLOTANTES")

Los circuitos de los tomacorrientes, de las instalaciones eléctricas no puestas a tierra, de los locales de Uso Médico, de acuerdo con 4.2, deberán cumplir con las condiciones siguientes:

NOTA: Aún cuando se utilicen circuitos no referidos a tierra, deberá proveerse la instalación de puesta a tierra indicada en 4.1. A todo transformador de aislación, se lo considerará como una máquina o aparato fijo de U.H., debiéndose aplicar lo indicado en 4.1.7.

6.1 Para la fuente de alimentación de energía eléctrica se utilizará un transformador de aislación cuyo secundario no tenga ningún borne puesto a tierra y que cumpla con las especificaciones siguientes:

NOTA: La tierra utilizada para detección a través de la unidad supervisora de aislación de alta impedancia, no será considerada como tierra del circuito.

- a) La potencia nominal de cada transformador de aislación no excederá de 8 kVA.

Para que no se supere la capacitancia distribuida se recomienda utilizar transformadores de hasta 5 kVA cada uno, con circuitos separados.

- b) El circuito secundario será un sistema monofásico de 2 conductores aislados de tierra y su tensión nominal podrá ser de 220 V / 50 Hz.
- c) El arrollamiento primario tendrá doble aislación o aislación reforzada con respecto al arrollamiento secundario, al núcleo de hierro, a la carcasa metálica y las pantallas electrostáticas correspondientes. Este es un aparato de clase II especial provisto con un borne de puesta a tierra por necesidad funcional (ver norma IRAM 2370, apartado 3.3, nota 5).
- d) La corriente de fuga desde el arrollamiento secundario al primario o a la carcasa metálica (núcleo de hierro cuando no hay carcasa) será menor o igual que 0,1 mA, cuando se la mide aplicando la tensión nominal al transformador de aislación, como se muestra en la figura 1.

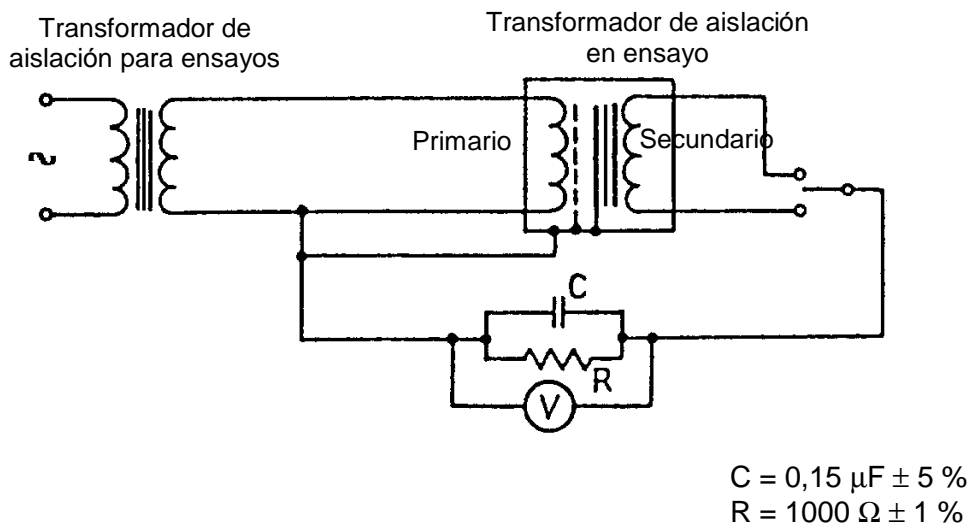


Figura 3 - Medición de la corriente de fuga del lado secundario

NOTA: La tensión medida en volt con el voltímetro del circuito representa a la corriente de fuga expresada en mA.

- e) La corriente de fuga del lado primario a la carcasa metálica (núcleo de hierro cuando no hay carcasa) será menor o igual que 0,5 mA cuando se la mide aplicando la tensión nominal al transformador de aislamiento, como se muestra en la figura 2.
 - f) El material aislante de los transformadores deberá ser de clase térmica H, para un calentamiento nominal (sobretemperatura) de 140 K, con temperatura ambiente máxima de 40 °C.
 - g) La emisión sonora (ruido) de los transformadores de aislamiento deberá ser como máximo de 40 dbA a 30 cm, medidos desde la carcasa del transformador a ensayar, hasta el micrófono con el que se toma la medición. Cualquier superficie reflectante alrededor del equipo deberá estar a una distancia de 3,50 m como mínimo.
- Nota:** Estos valores fueron tomados de la norma NEMA ST-20.

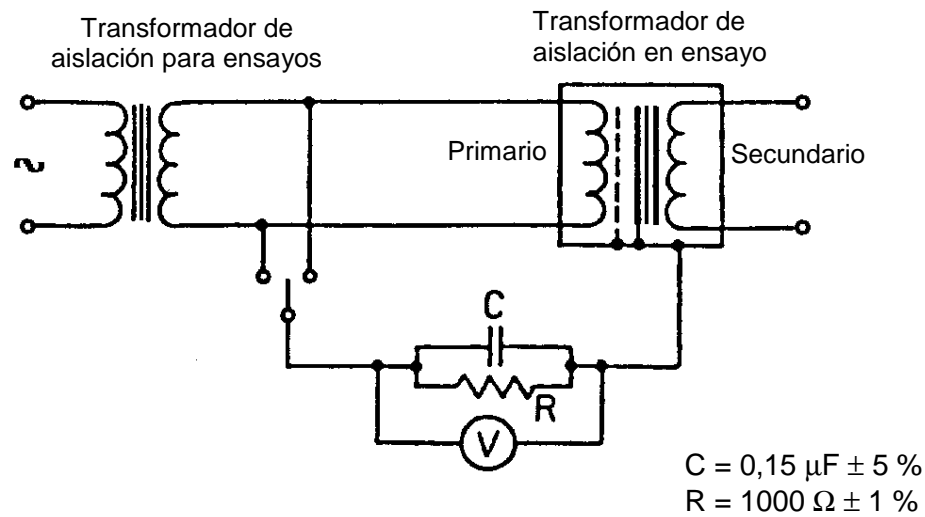


Figura 4 - Medición de la corriente de fuga de la carcasa metálica o del núcleo de hierro

NOTA: La tensión medida en volt con el voltímetro del circuito representa a la corriente de fuga expresada en mA.

6.2 Cada uno de los circuitos de la instalación no referidos a tierra (flotantes) tendrá una Unidad Supervisora de la Aislación, de acuerdo con las especificaciones siguientes:

- a) La Unidad Supervisora será un sistema que realice la medición y la supervisión permanentes de la corriente de fuga a tierra o de la resistencia óhmica de aislación a tierra, del circuito eléctrico aislado de tierra. La unidad estará conectada a tierra mediante un conductor de baja impedancia.
- b) En el caso de falla a tierra, se activarán una alarma sonora y una luz indicadora, para llamar la atención sobre la anomalía.

No se equipará al sistema con un interruptor o un elemento similar para detener la operación del dispositivo de alarma. Sin embargo se podrá instalar un interruptor, únicamente, para dete-

ner la alarma sonora pero no la luminosa.

- c) El dispositivo de alarma funcionará cuando la corriente de fuga a tierra detectada por la Unidad Supervisora haya llegado a 2 mA, o bien la resistencia óhmica de aislación a tierra sea menor que 100 k Ω , en cualquiera de los conductores del circuito que forma la instalación no puesta a tierra.

El dispositivo de alarma no funcionará cuando el valor de la corriente de fuga a tierra detectada sea de hasta 0,7 mA, que circulen por cualquiera de los conductores del circuito que forman la instalación no referida a tierra, descontándole la corriente de fuga de la propia Unidad Supervisora de Aislación.

El dispositivo de alarma tampoco funcionará cuando la resistencia óhmica de aislación sea mayor que 300 k Ω .

7 FUENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA

El Sistema de Energía Eléctrica de Emergencia, de acuerdo con el apartado 4.3, deberá cumplir con los requisitos siguientes:

7.1 Fuente General de energía eléctrica de emergencia

7.1.1 La Fuente General de energía eléctrica de emergencia, para el sistema de alimentación de energía, deberá alimentar a los equipos siguientes:

- 1) Los equipos para la conservación de la vida (ver también 7.2.1).

NOTA: Son los equipos de respiración artificial, corazón y/o pulmón artificial, incubadoras, etc.

- 2) La iluminación necesaria para mantener los trabajos y funciones básicas del Hospital.
- 3) Los equipos importantes para mantener el funcionamiento del Hospital.

NOTA: Se incluyen en este rubro a los equipos siguientes:

- a) Heladeras, cámara de frío para tratamiento médico y equipos para el mantenimiento de temperaturas fijas.
- b) Equipos de esterilización o similares.
- c) Equipos de comunicaciones (teléfonos, intercomunicadores, llamadores para médicos y enfermeras, etc.).
- d) Dispositivos de alarma.
- e) Equipos aspiradores de uso médico.
- f) Equipos automáticos (reveladoras de película de Rayos X, analizadores químicos automáticos, etc.).
- g) Transportes (ascensores, montacargas, etc.), bombas de alimentación de agua o de drenaje y dispositivos de ventilación o aclimatación para los cuales es necesaria la alimentación de energía eléctrica ante una emergencia.

7.1.2 La Fuente General de energía eléctrica de emergencia será un Grupo Electrónico para uso propio, con las características de funcionamiento siguiente:

- 1) Cuando se corte el suministro de energía de la red eléctrica pública, la tensión deberá restablecerse antes de los 40 segundos y cambiará automáticamente a la carga. Además, cuando se restablezca el suministro eléctrico público, se deberá retornar automáticamente a esa alimentación.
- 2) Será capaz de funcionar continuamente durante 10 horas como mínimo.
- 3) Se tomarán las medidas adecuadas para soportar un sismo, de acuerdo con las características sismográficas del lugar de instalación del grupo electrógeno.

7.1.3 El cableado deberá estar de acuerdo con los requisitos siguientes, con respecto a sus propiedades de resistencia al calor, o a requisitos equivalentes:

- 1) Cableado utilizando cable no propagante de la llama. (ver norma IRAM 2183 e IRAM 2289).
- 2) Cableado utilizando cable que no produzca humos. (ver norma IRAM 2266 (en estudio) o norma IEC 754).

7.1.4 Las superficies de la caja y de la tapa del tomacorriente de U.H. será de color rojo. Dichos tomacorrientes se alimentarán desde la red pública y desde la Fuente General de energía eléctrica de emergencia.

No se utilizará el color rojo para las superficies de las tapas o cajas de los tomacorrientes alimentados únicamente desde la red pública.

La superficie de las tapas de los tomacorrientes llevará una indicación respecto de las características de la energía de acuerdo con lo indicado en el anexo A.

7.1.5 Podrán utilizarse como Fuente General de energía eléctrica de emergencia a la Fuente Especial de energía eléctrica de emergencia o a la Fuente Ininterrumpida de energía eléctrica de emergencia.

7.2 Fuente Especial de energía eléctrica de emergencia

7.2.1 La Fuente Especial de energía eléctrica de emergencia se instalará para alimentar a los equipos siguientes:

- 1) Equipos para la conservación de la vida en los cuales, ante un corte de energía en la red pública, se deba recuperar la alimentación de energía eléctrica dentro de los 10 segundos de ocurrido el corte.
- 2) Luminarias que no sean las del quirófano, en las que se deba recuperar al sistema de iluminación, antes de los 10 segundos de ocurrido el corte.

7.2.2 La Fuente Especial de energía eléctrica de emergencia será el grupo electrógeno para uso propio que cumpla con las características de funcionamiento siguientes:

- 1) Cuando se corte el suministro de energía de la red eléctrica pública, la tensión deberá restablecerse antes de los 10 segundos tomando la carga automáticamente. Cuando se restablezca el suministro eléctrico público, se deberá retornar automáticamente a esa alimentación.
- 2) Será capaz de funcionar continuamente durante 10 horas como mínimo.
- 3) Se tomarán las medidas adecuadas para soportar los efectos vibratorios de un sismo, de acuerdo con las características sismográficas del lugar de instalación del grupo electrógeno.

7.2.3 El cableado se realizará de acuerdo con lo indicado en el apartado 7.1.3.

7.2.4 Las superficies de la caja y de la tapa del tomacorriente de U.H. será de color rojo. Dichos tomacorrientes se alimentarán desde la red pública y desde la Fuente Especial de energía eléctrica de emergencia.

No se utilizará el color rojo para las superficies de las tapas o cajas de los tomacorrientes alimentados únicamente desde la red pública.

La superficie de las tapas de los tomacorrientes llevará en su parte superior un indicador respecto de las características de la energía de acuerdo con lo indicado en el anexo A.

7.2.5 Se podrá utilizar como Fuente Especial de energía eléctrica de emergencia a una Fuente Ininterrumpida de energía eléctrica de emergencia.

7.3 Fuente Ininterrumpida de energía eléctrica de emergencia ("UPS")

7.3.1 La Fuente Ininterrumpida de energía eléctrica de emergencia se instalará en el circuito de alimentación en el cual, ante un corte del servicio público, se deba restablecer la alimentación de energía eléctrica a elementos tales como: lámparas scialíticas o similares.

7.3.2 La Fuente Ininterrumpida de energía eléctrica de emergencia será una combinación de baterías de almacenamiento y grupo electrógeno para uso propio, y tendrá las características de funcionamiento siguientes:

- 1) Cuando se interrumpa la alimentación desde la red pública, el grupo de baterías con su convertidor cc/ca (ondulador) tomará instantáneamente la carga del circuito. Subsiguientemente, dentro de los 40 segundos la carga se transferirá automáticamente al grupo electrógeno para uso propio, que ya estará listo para entrar en servicio. Cuando se restablezca el servicio de la red pública se deberá retornar automáticamente a ella mediante una conmutación adecuadamente temporizada.
- 2) El grupo de baterías de almacenamiento será capaz de suministrar energía eléctrica a la carga en forma continua durante 15 minutos como mínimo, sin necesidad de realizar una recarga.
- 3) Las baterías utilizadas en el Grupo de baterías estarán de acuerdo con las

normas IEC 61056 e IEC 61150 y el equipo de carga de la batería deberá cumplir con la norma IEC correspondiente en lo que se refiere a sus características de funcionamiento.

- 4) El conjunto "UPS-grupo electrógeno" será capaz de funcionar continuamente durante 10 horas como mínimo.
- 5) Se tomarán las medidas adecuadas para soportar los efectos vibratorios de un sismo, de acuerdo con las características sismográficas del lugar de instalación del grupo electrógeno.

7.3.3 El cableado se realizará de acuerdo con lo indicado en el apartado 7.1.3.

7.3.4 Las superficies de la caja y de la tapa del tomacorriente de U.H. será de color rojo. Dichos tomacorrientes se alimentarán desde la red pú-

blica y desde la Fuente Especial de energía eléctrica de emergencia.

No se utilizará el color rojo para las superficies de las tapas o cajas de los tomacorrientes alimentados únicamente desde la red pública.

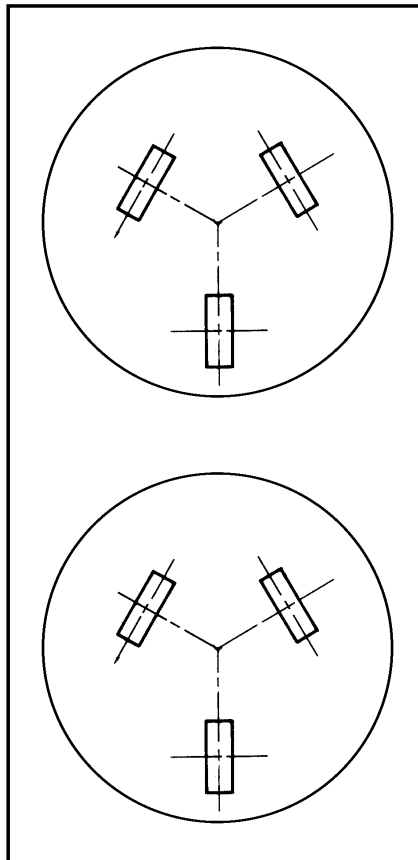
La superficie de las tapas de los tomacorrientes llevará en su parte superior un indicador respecto de las características de la energía de acuerdo con lo indicado en el anexo A.

8 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

Cuando las instalaciones eléctricas de los hospitales, clínicas, etc. se hayan terminado deberán realizarse, en forma periódica, inspecciones para verificar si están de acuerdo con lo indicado por la presente norma.

Anexo A
(Normativo)

**Ejemplo de tomacorrientes con línea de emergencia para uso en
equipamiento electromédico**



USO EQUIPAMIENTO
ELECTROMÉDICO



TOMA CON LÍNEA DE
EMERGENCIA

NOTA: Tomando en cuenta la importancia para la salud de la indicación, la Comisión resolvió utilizar el color rojo en lugar del amarillo y negro

Anexo B (Normativo)

Protección contra inflamación e incendios

B.1 Locales donde se utiliza AIA (Anestésicos inflamables autorizados) u otros gases inflamables

B.1.1 Las zonas de riesgo de las salas de terapia intensiva, de unidad coronaria, de operación, de anestesia y todas aquellas salas que contengan gases inflamables, inclusive oxígeno, comprenden:

- a) El volumen limitado por:
 - la mesa de operaciones o el soporte del paciente en la posición más alta de la mesa.
 - la superficie cónica circunscripta a la mesa de operaciones o al soporte, presentando un ángulo de 30° con la vertical (ver figura B1).
 - el suelo.
- b) La zona esférica de 25 cm de radio centrada en la boca del paciente.
- c) El volumen de un cubo de 25 cm de arista alrededor de la conexión del gas al paciente.

B.1.2 Todo componente eléctrico susceptible de producir chispas deberá estar situado a 20 cm como mínimo de toda canalización o conexión de salida de gas combustible.

Se recomienda no instalar tomacorrientes por encima de una zona de riesgo, salvo que esos tomacorrientes estén provistos de dispositivos que eviten riesgos originados por chispas.

En lo que se refiere a los riesgos de explosión para la elección de los materiales eléctricos y de las canalizaciones eléctricas ver la norma IRAM-IAP-IEC 79-14.

B.1.3 Las reglas a respetar en las instalaciones eléctricas de los locales de uso médico que presenten riesgos de incendio, son las indicadas en la Reglamentación para las instalaciones eléctricas de la AEA.

B.2 Locales donde se almacenan AIA (Anestésicos inflamables autorizados) u otros gases inflamables

B.2.1 En los locales en donde se guardan o se usan productos inflamables, deben tomarse medidas contra los riesgos de inflamación o de incendio. La zona de riesgo comprende todo el volumen del local.

B.2.2 En las zonas de riesgo de los quirófanos, las salas de anestesia asociadas y las salas de cateterismo cardíaco, los materiales utilizados deben ser del tipo AP o APG, de acuerdo con la norma IRAM 4220.

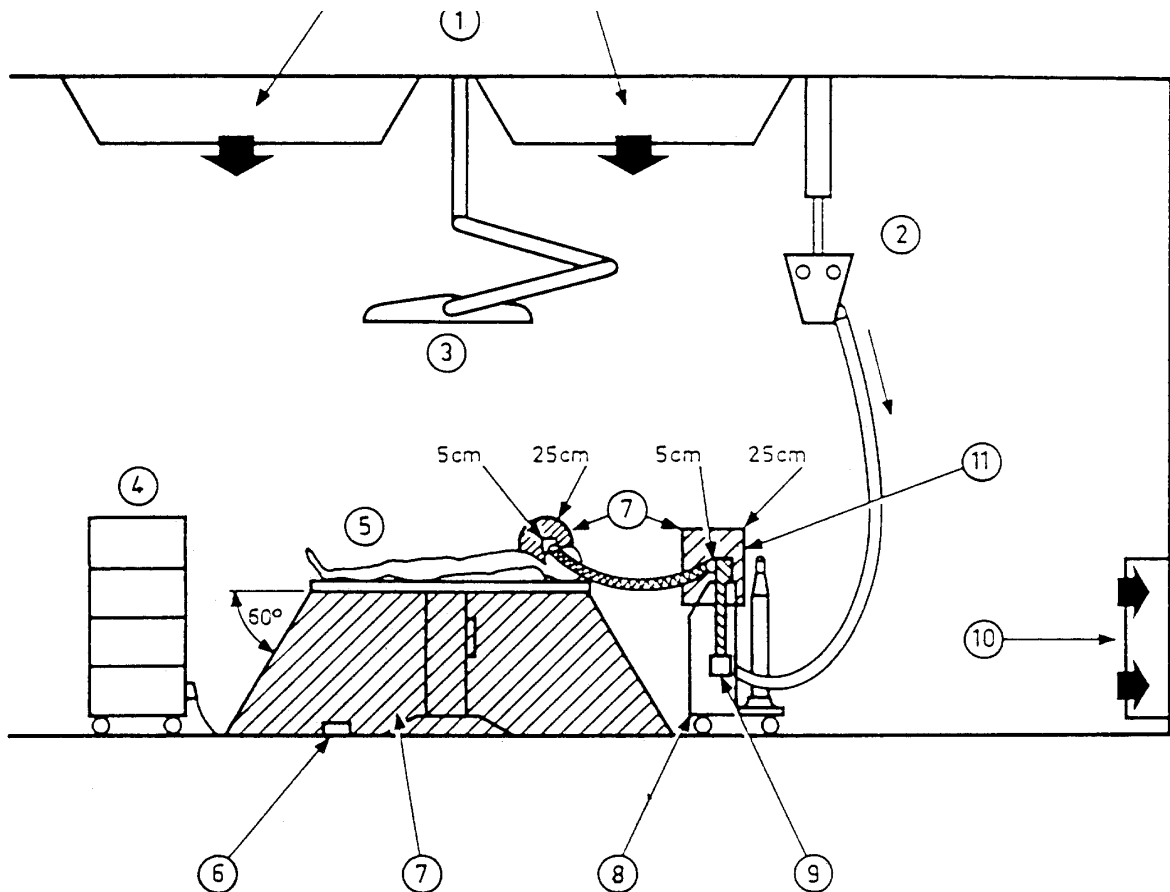
Las instalaciones eléctricas se deben realizar como se prescribe en la norma IRAM-IAP-IEC 79-14.

En las zonas de riesgo no se deberán instalar tomacorrientes salvo que estén provistos de dispositivos que eviten los riesgos provocados por las chispas.

B.2.3 El revestimiento de los suelos de los locales que tengan zonas de riesgo deben presentar una resistencia máxima de 25 M Ω (suelo antiestático, ver anexo C).

B.2.4 En los locales donde se utilizan desinfectantes y limpiadores inflamables, las instalaciones eléctricas se deben realizar como lo prescribe la norma para los riesgos de incendio.

FIGURA B.1
EJEMPLO DE ZONAS DE RIESGO DENTRO DE UNA SALA DE
OPERACIONES O DE ANESTESIA



1. Entrada de aire
2. Panel suspendido con bornes de alimentación, de distribución de gas, de vacío y de aspiración para los aparatos eletromédicos (comúnmente llamado "columna de gas").
3. Lámpara scialfita.
4. Aparatos electromédicos.
5. Mesa de operaciones o soporte del paciente.
6. Pedales.
7. Zonas de riesgo.
8. Mesa o aparato de anestesia.
9. Sistema de extracción de los gases de anestesia.
10. Extracción de aire y gases.
11. Parte no protegida y susceptible de sufrir deterioros o fugas de gas (zonas de riesgo).

Anexo C (Normativo)

Verificación y mediciones de la resistencia eléctrica de los pisos antiestáticos

C.1 Se define como piso antiestático al que no acumula cargas electrostáticas o el que al entrar en contacto con un cuerpo eléctricamente cargado de electricidad estática, difunde "lentamente" dichas cargas a tierra.

C.2 Los métodos a utilizar para la medición de la resistencia eléctrica de los pisos antiestáticos podrán ser:

- a) el definido en el capítulo 8 de la norma IRAM 2281-3: 1996; o bien
- b) el método que emplea el mismo electrodo que en a) pero que utiliza un megóhmetro de 500 V con su borne positivo conectado a tierra y su borne negativo conectado al electrodo.

C.3 Se deberán realizar como mínimo, mediciones en todos los accesos al local de uso médico (puertas), en el centro del local y en cada uno de los vértices del local a una distancia de 1,50 m sobre la diagonal correspondiente.

C.4 Cada valor medido de la resistencia eléctrica del mismo piso antiestático, realizado con cualquiera de los métodos a) o b) indicados en C.2, estará comprendido entre 50 k Ω y 10 M Ω .

Nota IRAM: A los efectos de la aplicación de esta norma se consideran como pisos de alta disipación de cargas electrostáticas, a aquellos donde el 80 % de las resistencias eléctricas medidas están comprendidas entre 50 k Ω y 1 M Ω . Los demás pisos que satisfagan los requisitos de C.4 se consideran de baja disipación de cargas electrostáticas.

C.5 Se verificará que la puesta a tierra equipotencial del piso se realice mediante zócalos metálicos inoxidable (por ejemplo de: acero inoxidable o de un material conductor compatible con el ambiente químico y de asepsia de los quirófanos) y que éste haga un contacto lineal, paralelo a la superficie del piso, continuo o bien en las esquinas o en cuatro puntos opuestos, con una extensión mínima a cada lado del vértice de 1 m a 1,50 m.

C.6 Se verificará que el zócalo continuo o bien sus tramos estén conectados a la barra de puesta a tierra del local en todos los vértices, como mínimo.

Nota IRAM: Las conexiones eléctricas se realizarán mediante un sistema de conexionado (terminales de compresión, etc.) que no genere pares galvánicos entre los diferentes materiales y que aseguren un contacto eléctrico eficaz y permanente.

Anexo D (Normativo)

Verificaciones iniciales del sistema aislado IT, previas a su entrada en servicio

Antes de la entrada en servicio del sistema aislado IT se deberán realizar las siguientes verificaciones iniciales:

D.1 Medir la resistencia de aislación del lado secundario con los interruptores termomagnéticos de los circuitos secundarios abiertos. Repetir las mediciones cerrando los interruptores termomagnéticos de a uno por vez. (Medir con un megóhmetro de 500 V, al cabo de 1 minuto de aplicada la tensión de medición).

D.2 Medir la capacitancia distribuida a tierra con el mismo procedimiento del apartado D.1, con un capacímetro que aprecie 3½ dígitos.

D.3 Anotar los valores anteriores en un registro inicial para cada uno de los transformadores de aislación.

D.4 Verificar la continuidad de todos los tomas de tierra respecto a la barra equipotencial de tierra respectiva.

D.5 Las mediciones de los apartados D.1 y D.2 se realizarán sin ningún aparato o equipo conectados a sus tomacorrientes, de los circuitos aislados de tierra.

D.6 La impedancia total calculada (paralelo resistiva/capacitiva) de cada secundario con todas sus salidas conectadas deberá ser mayor que 500 kΩ.

Nota IRAM: La fórmula de cálculo es:

$$|\bar{Z}| = \frac{R_i}{\sqrt{1 + (wCR_i)^2}}$$

D.7 Se alimentará el sistema aislado IT y se anotará en el registro el valor indicado por el monitor de resistencia de aislación o bien el de corriente de fuga total (según el tipo de monitor utilizado (ver 6.2 c)).

D.8 Se producirá una falla intencional conectando un resistor de 50 kΩ a tierra en uno de los tomacorrientes verificando la actuación del monitor respectivo.

Anexo E (Normativo)

Protección contra las perturbaciones eléctricas y magnéticas

E.1 Los locales en los que es necesario tomar medidas de protección contra las perturbaciones eléctricas y magnéticas son normalmente los siguientes:

- salas de exámenes específicos (EEG, ECG, EMG, ...);
- salas de reanimación y de cuidados intensivos;
- salas de cateterismo;
- salas de angiografía;
- quirófanos;
- salas de tratamientos de imágenes.

E.2 Los principales materiales eléctricos susceptibles de perturbar el funcionamiento de los aparatos electromédicos son:

- las canalizaciones eléctricas cuando la corriente no está repartida regularmente entre los diferentes conductores de un mismo circuito;
- los transformadores, los motores, los tableros de distribución;
- los balastos de las luminarias fluorescentes.

E.3 Se recomienda que los aparatos electromédicos susceptibles de ser perturbados se instalen a 3 m de estos materiales como mínimo.

Se recomienda que, alrededor de los materiales sensibles a ser perturbados, se sigan las indicaciones provistas por el fabricante.

E.4 En los locales médicos en donde el funcionamiento de los aparatos electromédicos corre el riesgo de perturbarse a causa de las radiaciones eléctricas o magnéticas, deben tomarse las disposiciones siguientes:

- las paredes, los suelos y los techos deben estar provistos de blindajes apropiados;
- las canalizaciones eléctricas que penetran en estos locales deben tener un revestimiento metálico puesto a tierra;
- los cables o los revestimientos de calefacción no se deben instalar en o sobre las paredes de los locales en los que se efectúen mediciones de potenciales bioeléctricos.
- Las envolturas metálicas de los materiales eléctricos fijos de clases II o III (norma IRAM 2370) se deben conectar al borne de equipotencialidad eléctrica del local.

Anexo F (Informativo)

Bibliografía

En el estudio de esta norma se han tenido en cuenta los antecedentes siguientes:

JIS - JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

JIS T 1022:1982 - Safety Requirements of Electrical Installations for Medically used Rooms in Hospitals and Clinics.

NF - NORMA FRANCESA

NF C 15-211:1987 - Instalaciones eléctricas de baja tensión. Instalaciones en locales de uso médico.

IEC - INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC 60364-7-710 - COMMITTEE DRAFT : 1998 - Electrical installations of buildings. Part 7-710: Requirements for special installations or locations. Medical locations.

AEA - ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA

REGLAMENTACIÓN PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN HOSPITALES Y SALAS EXTERNAS A LOS HOSPITALES
SECCIÓN 710:2000 - LOCALES DE USO MÉDICO.

Anexo G (Informativo)

– El estudio de esta norma estuvo a cargo de los organismos respectivos, integrados de la forma siguiente:

Comisión de Procedimientos para Puesta a Tierra

Integrante	Representa a:
Ing. Juan Carlos ARCIONI	INVITADO ESPECIALISTA
Sr. Mario BELTRAMINI	EPE SANTA FÉ
Ing. M. BOZZETTI	HOSPITAL GARRAHAM
Sr. Guillermo L. BIASI	F.A.C.B. S.A.
Sr. L. BONGGIO	GEN-ROD S.A.
Sr. Guillermo CACABELOS	EUCA S.A.
Sr. Claudio CARÉ	HOSPITAL DE CLÍNICAS GRAL. SAN MARTÍN
Ing. Jorge CLAPÉS	FASTEN S.A.
Ing. P. CAPOZUCCA	CONTROLES TECNOVA S.A.
Sr. Eduardo CÓRDOBA	COPIME
Sr. G. A. DÍAZ	OITEC
Ing. C. FUCILE	HOSPITAL OTAMENDI
Ing. R. FANTOZZI	CONTROLES TECNOVA
Ing. L. A. GARCÍA	INTI - CITEI
Ing. Jorge GIMÉNEZ	CITEFA
Ing. G. GIUBILATO	S.M.I.
Ing. Hipólito GÓMEZ	D.G.F.M.
Ing. Ricardo GRUNAUER	INSTELEC
Ing. Carlos A. LIGUORI	F.A.C.B. S.A.
Ing. Carlos Mario MANILI	U.T.N - I.N.S.P.T.
Ing. Eduardo MARIANI	DATAWAVES
Sr. Diego MINUTA	LANDTEC S.R.L.
Ing. Enrique NIESZ	NASA (NUCLEOELÉCTRICA ARG. S.A.)
Ing. Daniel F. PEPE	C.P.C.
Ing. O. PUGLIESE	HOSPITAL GARRAHAM
Ing. Ángel REINA	J.R. ZABALA Y ASOCIADOS
Ing. Héctor RUIZ	SCHNEIDER ELECTRIC ARGENTINA S.A.
Sra. G. SÁNCHEZ ARAGÓN	PRODATA S.A.
Ing. G. G. VATTUONE	GEMAX S.R.L.
Sr. V. VILLANI	U.T.N. FACULTAD REGIONAL DE AVELLANEDA
Ing. A. WOYCIK	ACYEDE
Sr. Juan R. ZABALA	J.R. ZABALA Y ASOCIADOS
Ing. Salvador D. CARMONA	IRAM

– El Esquema A fue estudiado por la Comisión de Procedimientos para Puesta a Tierra en sus sesiones de los días 98/05/20 (Acta 3-1998), 98/06/17 (Acta 4-1998), 98/08/19 (Acta 5-1998), 98/09/23 (Acta 6-1998), 98/10/21 (Acta 7-1998), 98/11/18 (Acta 8-1998), 99/04/21 (Acta 1-1999), 99/05/19 (Acta 2-1999), 99/06/22 (Acta 3-1999), 99/08/18 (Acta 4-1999), 99/09/22 (Acta 5-1999), 99/10/20 (Acta 6-1999), 99/11/17 (Acta 7-1999), 00/04/19 (Acta 1-2000), 00/05/24 (Acta 2-2000), 00/08/23 (Acta 3-2000) y 00/09/20 (Acta 4-2000) en la última de las cuales se aprobó como Esquema 1, disponiéndose su envío a Discusión Pública por un período de 45 días.

APROBADO SU ENVÍO A DISCUSIÓN PÚBLICA POR LA COMISIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA PUESTA A TIERRA EN SU SESIÓN DEL 20 DE SETIEMBRE DE 2000 (Acta 4-2000).

FIRMADO
Ing. Salvador D. Carmona
Coordinador de la Comisión

FIRMADO
Ing. Juan Carlos Arcioni
Secretario de la Comisión

FIRMADO
Ing. Osvaldo D. Petroni
Vº Bº Equipo A

GS.