



fisuel INFO

HOJA INFORMATIVA DE FISUEL

Federación Internacional para la Seguridad de los Usuarios de la Electricidad



Editorial

En el momento en que me dispongo a pasar el relevo, sólo quisiera expresar hasta qué punto, después de tres años en la presidencia de FISUEL, creo haber tomado conciencia de toda la complejidad, la riqueza y el interés del adjetivo que define a nuestra Federación: "internacional". En realidad, ser "internacional", es decir, estar representado en cuatro continentes y agrupar a 20 países, supone al mismo tiempo un problema y una formidable oportunidad.

Un problema: en primer lugar, por culpa de los idiomas, cosa que es normal; pero, también, debido a la diferencia de conceptos: lo que es evidente en un lugar, por ser algo cultural o histórico, puede no serlo en otro lugar.

Ejemplos: la insoslayable comprobación por tercera parte para unos, y para otros la autocertificación o, incluso para algunos, la plena responsabilidad del ocupante. Tres enfoques, entre otros, que pueden, en una primera etapa, constituir casos de incomprensión entre sus adeptos. No tienen en absoluto la misma visión.

Y, sin embargo,

también es una oportunidad, puesto que es en esa diversidad donde, una vez superadas las primeras barreras, dan comienzo los primeros intercambios de comunicación, las ideas de unos pueden ser fuente de inspiración para otros, y podrán iniciarse en común trabajos en nuevos temas (por ejemplo, el sector fotovoltaico, el del vehículo eléctrico, la eficacia energética, la cogeneración...), es decir, aportar a cada cual un ahorro de tiempo y avances. Esta es la idea de nuestros grupos de trabajo.

Conclusión: tenemos mucha suerte. Gracias a FISUEL, aunque no siempre sea una vía de sentido único, sin algunos problemas iniciales, todos nosotros conseguiremos, sin embargo, de una forma más fácil, nuestro objetivo compartido: **la seguridad de los usuarios y usos de la electricidad.**

Por otra parte, y es algo muy a tener en cuenta, para los países que aún permanecen a la sombra, los que todavía no han tomado conciencia de sus responsabilidades en este ámbito de "garantizar la seguridad de sus ciudadanos", la existencia de nuestra Federación constituye una luz preciosa.

Por último, doy las gracias a los consejeros que me han acompañado desde 2008 y a todos los miembros por el apoyo que me han dado durante este mandato. Confiando en el futuro, deseo "muchísima suerte" a la nueva presidencia de nuestra Federación.

Romualdo ARIAS
Presidente

Actualidades: nuevo miembro de FISUEL



■ Miembro activo

En Nueva Caledonia (país de ultramar incorporado a Francia), el COTSUEL (Comité Territorial para la Seguridad de los Usuarios de la Electricidad) es el único organismo autorizado para expedir el visto bueno de los certificados de conformidad de las instalaciones eléctricas.

Asociación (Ley 1901 metropolitana) creada por los poderes públicos (*Deliberación territorial n° 468 de 3 de noviembre de 1982*), este organismo, tercera parte, surgió de la voluntad común de las autoridades locales y del ramo de la electricidad (instaladores y distribuidores), que deseaban fundar una entidad independiente, apta para resolver sobre la conformidad de las instalaciones eléctricas.

El CONSUEL metropolitano es uno de los artífices del éxito de implantación del COTSUEL.

En efecto, hemos seleccionado los estatutos y los métodos de trabajo de este "hermano" para las misiones de controles de las instalaciones eléctricas.

En la actualidad, el know-how del COTSUEL cuenta con cerca de 30 años de experiencia, forjada a partir de contactos diarios, in situ, con todos los profesionales del ramo eléctrico. Un know-how indisoluble del carácter único del método utilizado (el control mediante sondeo orientado, que aúna eficacia y coste mínimo), así como del rigor con el que se aplica este método para llevar a cabo la misión que se le encarga.

Las instalaciones se distribuyen en dos grandes "familias", la de las instalaciones de los edificios de viviendas y la de los edificios sometidos a normativas especiales (ERT, ERP, IGH).

El COTSUEL trata anualmente 3.000 certificaciones, de las que 2.500 son para viviendas..



BP 1440 – 98845 NOUMEA CEDEX
Teléfono: (687) 27 14 77 – Fax: (687) 27 30 54
Secretariat@cotsuel.nc – www.cotsuel.nc



Inspección de las instalaciones eléctricas en las viviendas

Las medidas son imprescindibles

Situación actual

Europa posee un parque inmobiliario envejecido. Muchas viviendas están equipadas con cableados obsoletos que se deterioran, que nunca han sido correctamente adecuados o que ya no son suficientes para cubrir las necesidades eléctricas de una vivienda en la actualidad. En muchas casas, la instalación eléctrica no ha sido nunca modernizada, mientras que, de forma paralela, el consumo eléctrico doméstico ha aumentado sin cesar a lo largo de estos últimos 40 años.

Por fortuna, el principio de una inspección periódica de las instalaciones eléctricas se está extendiendo con gran rapidez.

En este documento, describimos la práctica y destacamos la importancia de la realización de medidas complementarias a la inspección visual.

¿Por qué una inspección?

No se puede concebir una vivienda sin instalación eléctrica. No obstante, la electricidad entraña dos riesgos substanciales en las viviendas: el **incendio** y el **choque eléctrico**. Los fallos eléctricos constituyen una cusa frecuente de incendio. Resulta bien conocido que los incendios provocados por la electricidad en los inmuebles residenciales ocasionan, como media, desperfectos más importantes y tasas de mortalidad más elevadas que los debidos a otros factores.



Para luchar contra estos riesgos, las autoridades y los organismos de normalización han elaborado unas normas relativas a la instalación de las canalizaciones que se aplican al diseño y a la realización de las instalaciones. Dichas normas carecen, sin embargo, de toda utilidad si nadie *controla* su correcto cumplimiento, y, por consiguiente, la garantía de un grado apropiado de seguridad.

Pero la mayor parte de las instalaciones eléctricas domésticas en Europa ha sido realizada hace más de 30 años y ya no cumple las normas de seguridad actuales.

Por consiguiente, es importante que las instalaciones *existentes* también sean inspeccionadas.

Definiciones

En el presente documento, nos apoyamos en las siguientes definiciones, tal como figuran en la norma CEI 60364-6 "Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión – Parte 6: Comprobación".

- **Comprobación:** *el conjunto de las medidas por medio de las cuales se controla la conformidad de una instalación con los requisitos aplicables*
- **Inspección:** *consiste en el examen visual de las instalaciones eléctricas para cerciorarse de su instalación apropiada.*

Observación: el término "inspección" ha sustituido a la expresión "inspección visual", con objeto de indicar que se debe utilizar todos los sentidos (no sólo la vista, sino también el tacto, el oído y el olfato).

- **Pruebas:** *las pruebas tienen por objeto el poder cerciorarse, a través de mediciones realizadas con aparatos, medidas y pruebas adecuadas, de la eficacia de la aplicación de las disposiciones prescritas por la norma, cuando ello no se pueda hacer mediante inspección visual.*
- **Mantenimiento:** *la combinación de todas las operaciones técnicas y administrativas, operaciones de supervisión incluidas, destinadas a conservar o volver a poner un producto en un estado en el que pueda cumplir como es debido su función.*

Comprobación inicial y periódica

Se establece una distinción entre la comprobación inicial y periódica.

Comprobación inicial

La comprobación inicial se realiza al término de una nueva instalación o en el momento de terminar la realización de ampliaciones o modificaciones en una instalación existente.

La **comprobación inicial** tiene por objeto determinar si se han respetado todos los requisitos de todas las prescripciones aplicables. Esta misión se lleva a cabo por medio de una *inspección* y unas *pruebas*.

Antes de dar comienzo a las pruebas, es importante que se haya realizado una **inspección** completa sobre el conjunto de la instalación.

Esta inspección previa tiene por objeto confirmar que el material y los componentes eléctricos:

- están en conformidad con los requisitos de seguridad de las normas aplicables al material;
- han sido elegidos e instalados correctamente de acuerdo con las reglas y normativas aplicables y las instrucciones de su fabricante, para que sus prestaciones no se vean alteradas;
- no están manifiestamente dañados, para que la seguridad no pueda verse comprometida;
- han sido adaptados a la situación del entorno existente.

La inspección se realiza controlando el modo de protección contra los choques eléctricos; contra los efectos térmicos; las precauciones contra la propagación del fuego; la elección de los conductores para la determinación de la corriente admisible y la caída de tensión; la elección y los ajustes de los dispositivos de protección; la elección del material con arreglo a las influencias externas y al lugar en el que está instalado; la correcta identificación de los circuitos; los dispositivos de protección contra las subidas de intensidad; los dispositivos de accionamiento y corte; los terminales de conexión, etc.; la presencia de esquemas, de advertencias o de información similar; la adecuación de las conexiones de los conductores;

la presencia y la adecuación de conductores de protección, enlaces equipotenciales incluidos; y la accesibilidad del material a efectos de la facilidad de explotación, identificación y mantenimiento y conservación.

En la práctica, se han controlado los siguientes elementos: buena calidad de montaje; circuitos separados; número apropiado de circuitos y de tomas de corriente; identificación apropiada de todos los circuitos; existencia de un interruptor de corte general que garantice el corte de energía para el conjunto de la instalación; existencia de una toma principal de tierra; instalación de fusibles o disyuntores adecuados; conexiones seguras; instalación conectada a tierra, de acuerdo con las normas nacionales; el enlace equipotencial principal que conecta los equipos técnicos y demás elementos a tierra, así como un enlace equipotencial complementario en todos los locales que contengan una bañera o una ducha.

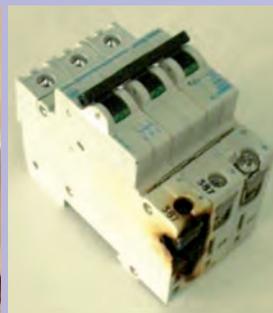
En particular, los siguientes elementos deben ser controlados por lo que respecta a la protección contra el contacto directo:

- que las partes activas estén aisladas;
- que la funda de los cajetines presente un grado de protección de un nivel apropiado;
- que las entradas de cables y cajetines estén correctamente fijadas;
- que las entradas no utilizadas de los cajetines estén obturadas, en caso de necesidad.

Tras la inspección, deben ejecutarse **pruebas**.

Deberán realizarse las siguientes pruebas: Continuidad de los conductores de protección; resistencia de aislamiento de la instalación eléctrica; protección por TBTS, TBTP o mediante separación eléctrica; corte automático de la alimentación; medición de la resistencia de la toma de tierra; medición de la impedancia del bucle de fallo; test de polaridad; pruebas funcionales y caída de la tensión.

Cuando los resultados de la comprobación inicial son satisfactorios, la instalación eléctrica está en buen estado ¿Pero lo seguirá estando más adelante? Una comprobación periódica resulta imprescindible para asegurarnos de ello.



Si bien es un hecho que una instalación eléctrica no se deteriora rápidamente y, por consiguiente, no necesita de un mantenimiento intensivo, sin embargo, no sigue siempre en su estado inicial: deterioro, corrosión, degradación del material, deterioro del aislamiento (el aislante se endurece, y puede agrietarse), aflojamiento de las conexiones, carga eléctrica excesiva, envejecimiento, influencias del entorno, desgaste normal, etc.

Comprobación periódica

Al margen del deterioro inexorable con el paso de los años, la funcionalidad de una instalación eléctrica no responde automáticamente a las necesidades de los usuarios, en constante mutación:

- se necesita un mayor número de tomas de corriente. Un estudio ha revelado recientemente en el Reino Unido que dos tercios de los británicos consideran que no tienen suficientes tomas de corriente en su casa;

- se necesita un mayor número de puntos de alumbrado;
- aumenta la sensibilización sobre la seguridad y, por consiguiente, se hace necesario:

- una instalación de puesta a tierra,
- un dispositivo de protección diferencial.

Por consiguiente, una instalación eléctrica debe mantenerse en un estado apropiado y seguro para descartar todo peligro. El mantenimiento en cuestión debe incluir, principalmente, una comprobación regular, incluyendo un sistema apropiado de inspección y de pruebas.

Una inspección periódica es aquella que se realiza en una instalación existente y cuyo objeto es, principalmen-

te, identificar cualquier deficiencia en lo tocante a las normas de seguridad. Debe constituir un examen suficientemente detallado de la instalación. Puede realizarse sin desmontarla o desmontándola únicamente de forma parcial.

Este tipo de inspección permite revelar si uno de los circuitos eléctricos está sobrecargado, y sacar a la luz otros riesgos potenciales de choques eléctricos y de incendio.

Algunos riesgos pueden controlarse gracias a un sistema sencillo y barato que consiste en buscar signos visibles de deterioro o de fallo. No obstante, los posibles descubrimientos deberán ser apoyados con pruebas.

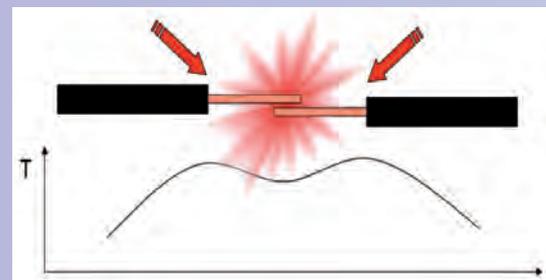
¿Se necesita una inspección periódica?

Sí, si tenemos en cuenta que toda instalación se deteriora a medida de su uso y antigüedad, conviene cerciorarse de que la seguridad de los usuarios no se vea en peligro, y que la instalación permanece en un estado seguro y en perfecto orden de funcionamiento.

Examinemos ahora con más detalle los principales componentes de la instalación que desempeñan una función importante en la seguridad de una instalación existente.

Contactos

En caso de mal contacto, la resistencia del contacto aumenta, provocando una elevación de la temperatura.



Como este fenómeno se produce en una superficie pequeña, la pérdida de calor es limitada y la temperatura aumenta en consecuencia. En un corto plazo, el aislante o los demás materiales instalados en las cercanías pueden perder sus propiedades y desencadenarse un incendio. Otro estudio ha demostrado que un mal contacto de 0,5 ohms se elevaba a 1 ohm después de una semana, y a 10 ohms después de un año.

Las siguientes tablas proporcionan una indicación de la cantidad de calor producida por un mal contacto en comparación con un contacto en buen estado.

Valores con una buena conexión:

Corriente A	Caída de tensión mV	Calor producido, mW
20	4 - 10	80 - 200
15	3 - 8	45 - 120
10	2 - 5	20 - 50
5	1 - 3	5 - 15
0,8	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3

Valores con una mala conexión:

Corriente A	Caída de tensión mV	Calor producido, mW
20	1.000 - 2.000	20.000 - 40.000
15	1.200 - 1.400	18.000 - 36.000
10	1.500 - 3.000	15.000 - 30.000
5	2.000 - 4.000	10.000 - 20.000
0,8	4.000 - 7.000	3.000 - 5.000

Uno de los mejores procedimientos que permiten comprobar este elemento e, incluso, visualizarlo, radica en los controles termográficos. La termografía es un procedimiento sin contacto de medición de la temperatura, que se basa en que todo cuerpo emite una radiación electromagnética.

Cableado

Hay que distinguir dos tipos de riesgos:

- la exposición exterior del cable (o de los conductores dentro de los conductos, canaletas o rodapiés) a un incendio procedente de otros materiales combustibles. Los cables están formados, en su mayor parte, por materiales de aislamiento (70 %), lo que implica una gran cantidad de materiales combustibles;
- o un recalentamiento interno debido a una sobrecarga o a un cortocircuito en los cables.

El número de incendios anuales de origen eléctrico en el Reino Unido asciende a más de 9.000, y más de un tercio de dichos siniestros son provocados por un cableado inadecuado o defectuoso. Una inspección y una prueba periódica del estado de los cables (o conductores en conductos, canaletas o rodapiés) podrían salvar vidas.

Un estudio americano ha revelado que el aislante que envuelve los conductores (hilos) y los cables eléctricos está a la cabeza de los elementos que se incendian en primer lugar en los incendios de origen eléctrico (el 30,2 %) en las viviendas. Según este estudio, el 38 % del conjunto de los fallecimientos que lamentamos en incendios de inmuebles residenciales se debe, además, al aislante que envuelve los hilos eléctricos. En la mayor parte de los casos, los incendios provocados por un aislamiento defectuoso o desgastado están estrechamente vinculados a un cableado eléctrico vetusto.

Los incendios originados por un arco eléctrico pueden deberse al arco eléctrico del cortocircuito resultante de un aislamiento defectuoso o desgastado, a un arco eléctrico procedente de conductores defectuosos aflojados o a un arco eléctrico procedente de interruptores.



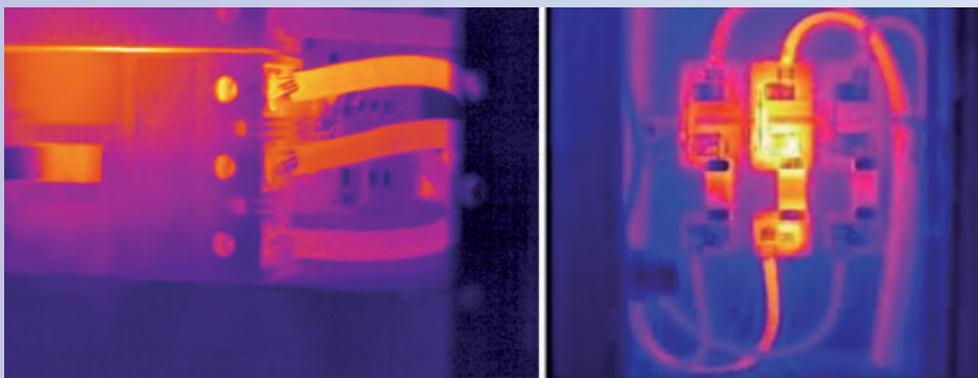
El uso de conductores con alma de aluminio implica peligros adicionales. Aparecen unas temperaturas elevadas en caso de defectos en los circuitos y de malas conexiones, lo que puede dar lugar a incendios. Se desprende de algunos estudios que los conductores de aluminio presentan una fortísima probabilidad de recalentamiento en comparación con las instalaciones realizadas a base de conductores con alma de cobre. Muchas conducciones han cedido en viviendas equipadas con conductores de aluminio, lo que ha provocado múltiples incendios en los que han perecido personas o han resultado heridas.

¿Cuándo se hace necesaria una inspección periódica?

Por lo general, se admite que una instalación eléctrica debe ser inspeccionada cada 10 años. Asimismo, la norma CEI 60364 hace mención a dicho intervalo de 10 años. Por desgracia, la inspección periódica no es obligatoria en todos los países.

Si un disyuntor salta con frecuencia o si hay tomas de corriente, interruptores o cuadros con dispositivos de protección contra las subidas de intensidad (ejemplo: fusibles) que se calientan o presentan signos de quemaduras, se imponen una inspección y unas operaciones de mantenimiento complementarias.

Otro motivo que justifica una inspección periódica radica en la realización de modificaciones de una instalación antigua o existente. Los cambios estructurales o los cambios en el uso de una instalación pueden hacer disminuir su nivel de seguridad. También resulta interesante inspeccionar la instalación con motivo de un cambio de propietario, tal como ya se hace en Bélgica.



¿Qué elementos se deben inspeccionar?

La comprobación periódica debe interesarse, principalmente, por los siguientes elementos:

- la adecuación de la puesta a tierra y del enlace equipotencial;
- la adecuación de los dispositivos de corte y accionamiento;
- el estado de funcionamiento del material eléctrico (interruptores, tomas de corriente, luminarias), realizando un examen en profundidad para descubrir señales de recalentamiento;
- el sistema de cableado y su estado (tipos de cables (o conductores) antiguos, aislamiento de los cables (o de los conductores));
- la existencia de dispositivos de protección diferencial;
- la presencia de identificaciones y de marcas apropiadas;
- la importancia del desgaste, del deterioro o de las demás posibles marcas;
- los cambios en el uso de los locales, que pueden provocar una deficiencia de la instalación.

Al igual que con la comprobación inicial, resulta imprescindible realizar, tanto una inspección y pruebas, como mediciones. Las mediciones facilitan una buena indicación acerca del estado de la instalación y, en concreto, de los cables (conductores) y de las conexiones.

Algunas pruebas deben realizarse con el sistema de alimentación desconectado, mientras que otras sólo pueden realizarse con la instalación conectada.

Las pruebas que pueden realizarse con la alimentación conectada son las siguientes: continuidad de los conductores de protección y de los enlaces equipotenciales; resistencia de la toma de tierra; impedancia del bucle y fallo de la puesta a tierra; el correcto funcionamiento de los dispositivos de protección diferencial; el correcto funcionamiento de los interruptores y dispositivos de corte, etc.

Habida cuenta de la importancia de los cables (conductores) y de las conexiones en una instalación eléctrica, el control de su estado requiere la realización de pruebas con la instalación desconectada.

¿Cómo comprobar la calidad de los cables (o de los conductores)?

La prueba más importante realizada con motivo de la comprobación de una instalación eléctrica se refiere a la calidad del aislamiento. Tal como se ha destacado, este último se deteriora con el paso del tiempo. Se ve, a veces, sometido a un desgaste mecánico. Es posible que se hayan sometido cables (o conductores) a sobrecargas que induzcan un calor excesivo, etc.

¿Qué pasa cuando el aislamiento se deteriora? La corriente que circula a través del aislamiento aumenta y puede alcanzar unos niveles peligrosos, que provocan una descarga eléctrica o un incendio.

La calidad y el estado de los cables se comprueban midiendo la *resistencia de aislamiento*.

¿Cómo medir la resistencia de aislamiento?

Principio: aplicar una tensión continua estable durante un período de tiempo determinado, medir la corriente derivada entre las dos partes sometidas a prueba y controlar a la luz de la ley de Ohm que la resistencia de aislamiento es superior al valor mínimo impuesto por las normas.

Las mediciones se realizan por medio de un aparato de medición de aisla-

miento. Dicho aparato debe utilizarse para la comprobación inicial, con objeto de eliminar los riesgos de cortocircuitos o de fallos de la puesta a tierra. Durante la comprobación periódica, dicho aparato contribuye a controlar la integridad de los cables (o conductores), haciendo aparecer los fallos de aislamiento, que podrían desembocar en un choque eléctrico o en un incendio.

Esta prueba se realiza entre los conductores activos (fase y neutro) y entre los conductores activos y la tierra. Para la realización de esta prueba, los conductores activos pueden conectarse juntos.

La tensión continua aplicada entre los conductores conectados (desconectados) y el sistema de puesta a tierra produce el efecto de hacer circular una corriente muy débil a través del conductor y el aislamiento. Cuanto más elevada sea la corriente, más baja será la resistencia ($R=E/I$). La corriente se intensifica a medida que se deteriora el aislamiento.

Una pequeña resistencia de aislamiento significa que una corriente de fuga circula a través del aislamiento a tierra. Dicha corriente de fuga podría provocar un choque eléctrico de no existir un dispositivo de protección diferencial o si el conductor de tierra de protección se interrumpe de forma fortuita. Una corriente de fuga de 500 mA puede generar un calor suficiente como para incendiar los materiales adyacentes, con lo que se puede desencadenar un incendio.

De acuerdo con la norma CEI 60364-6, es de aplicación la siguiente tabla:

Valores mínimos de la resistencia de aislamiento		
Tensión nominal del circuito V	Tensión continua de prueba V	Resistencia de aislamiento MΩ
TBTS y TBTP	250	≥ 0,5
Inferior o igual a 500 V, TBTF incluida	500	≥ 1,0
Superior a 500 V	1000	≥ 1,0

La resistencia de aislamiento, medida a través de la tensión de prueba indicada en la tabla, es satisfactoria si los aparatos de utilización están desconectados. Cada circuito presente una resistencia de aislamiento que corresponde, como mínimo, al valor indicado en la tabla.

Cuando se comprueba una medición inferior a 2 MΩ para un circuito individual, existe un riesgo de deficiencia del aislamiento, y puede que sea necesario poner remedio a esta situación sustituyendo el cable (o conductores).

Costes que se deben soportar

El coste del aparato de medición de aislamiento no es excesivo, y el tiempo complementario que se necesita para medir la resistencia de aislamiento en el marco de una comprobación es insignificante en comparación con la ventaja de obtener una buena percepción de la calidad del aislamiento eléctrico. Un mal contacto puede repararse, y un mal cable (o conductores) puede(n) sustituirse antes de que se desencadene un incendio.

Conclusiones y recomendaciones

No se puede afirmar sistemáticamente que todos los antiguos cableados de las viviendas constituyan un peli-

gro. El aspecto determinante tiene que ver con su estado y su aislamiento, que estará estropeado si está perforado o si sufre otro fallo mecánico, así como si un circuito está sobrecargado. El cableado (o conductores) se calienta(n) y, tras un tiempo determinado, el aislamiento se agrieta.

Está claro que la comprobación de una instalación eléctrica existente sin realizar pruebas no es suficiente para proporcionar una indicación satisfactoria acerca del estado del nivel de seguridad óptimo de una instalación existente, es decir, la calidad de aislamiento de los cables (conductores). Sólo puede revelar los deterioros manifiestos del material eléctrico derivados del desgaste y a los aspectos mecánicos. Y, si no se realizan mediciones y pruebas, podría dar lugar a una falsa sensación de seguridad.

Por consiguiente, una comprobación siempre debe incluir una inspección y unas pruebas. Un gran número de incendios de viviendas podría evitarse si las instalaciones eléctricas fueran objeto de pruebas realizadas con un aparato de medición de aislamiento y si se sustituyen los cables (o conductores) que incumplen las normas.

Con objeto de evitar el problema de las malas conexiones, una buena práctica consiste en sustituir el cable (o conductor) en su integridad cuando

uno de sus cables (o uno de los conductores) está dañado. También forma parte de las buenas prácticas el eliminar los cables (o conductores) obsoletos, con objeto de reducir la carga de combustible teóricamente utilizable. Los nuevos compuestos vinílicos brindan mejores prestaciones que los compuestos tradicionales en materia de incendios.

Habida cuenta de los riesgos específicos inherentes a la utilización de cables de aluminio, tal como se empleaban en las viviendas en la Europa del Este, sería oportuno sustituirlos por un cableado (o conductores) con alma de cobre tan pronto como se manifiesten los primeros síntomas de degradación o de mal contacto. 🌐

Reproducido con la amable autorización de ECI

■ Bibliografía

Norma CEI 60364-6: Instalaciones eléctricas de baja tensión – Parte 6: Comprobación, *Towards improved electrical installations in European homes*, Instituto Europeo del Cobre.

Overview of electrical safety in 11 countries, Instituto Europeo del Cobre.

Publicaciones del departamento de lucha contra el fuego de los Estados Unidos.

Publicaciones de la ESFI (Electrical Safety Foundation Internacional).

Reducing the fire hazard in aluminium-wired homes, J. Aronstein, Ph. D.

De izquierda a derecha, el viceministro de la Electricidad, M. Saleh H. Alawaji, Philippe André, vicepresidente tesorero de Fisuel D. Saud Al Jibreem (AMAD) Foro de Riad, 6-7 de diciembre de 2010.

