



INFORME RELATIVO A LA APLICACIÓN DE LA GUÍA ITC-RAT 23 REV 1 Y GUÍA ITC-LAT 05 REV 3

Como respuesta a las consultas relativas a la aplicación de las guías relativas a la ITC-RAT 23 e ITC-LAT 05 en sus últimas revisiones, recibidas tanto por FEDAOC, el grupo de trabajo del Subcomité 14 del CTN 192 de UNE, y por ASOCAN, se informe lo siguiente:

1. Contestación al documento de FEDAOC de 15/02/2019

En el reglamento de líneas, Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, se establece la necesidad de realizar "los ensayos de comprobación del aislamiento principal y de la cubierta" (ITC-LAT 05 apartados 3.1 y 3.2), tanto en las revisiones iniciales como en las periódicas cada tres años, bien se trate de verificaciones o inspecciones reglamentarias, sin especificar el modo de realizar estos ensayos. Esta prescripción de comprobación del aislamiento principal y de la cubierta de las líneas de alta tensión es reglamentaria y cualquier modificación de la prescripción solamente se puede realizar modificando el propio reglamento y no las guías de aplicación.

La actualización de las guías técnicas de aplicación permite adaptar el estado del arte al fin reglamentario "ensayo de comprobación del aislamiento principal". Aspecto de gran importancia y consecuencias muy graves en determinados casos en que falla el aislamiento (véase imágenes adjuntas). En consecuencia, el método de comprobación del estado del aislamiento es de alta importancia. Son los distintos métodos de comprobación del estado del aislamiento los que se incluyen en las guías de aplicación.

Concretamente, a raíz de la carta de 15/02/2019 de FEDAOC, la guía de la ITC-LAT 03 fue modificada, encontrándose ahora en su revisión 3 de mayo de 2020. Gran parte de estas modificaciones fueron consecuencia de las observaciones realizadas por FEDAOC, y de las reuniones previas mantenidas, lo que refleja que la guía es un documento vivo.

En ningún modo la guía referida legisla algo distinto a lo ya establecido en el Reglamento, simplemente ilustra posibles técnicas de medida para cumplir el requisito reglamentario. De la misma forma, por la información remitida, ENAC no obliga al seguimiento estricto de las guías, ya que permite la utilización de un procedimiento de medida alternativo siempre que proporcionen las mismas garantías técnicas que los procedimientos indicados en las guías.

El estado del arte de las técnicas de ensayo depende del tipo de aislamiento utilizado y tecnologías de medida disponibles. En concreto, desde hace alguna década los cables de alta tensión de papel aceite ha sido desplazados por cables con aislamientos





sólidos. Esta circunstancia ha cambiado notablemente el modo de comprobar el estado del aislamiento de los cables. En lo sucesivo, nos referimos a los cables con aislamiento seco por ser los de uso más extendido en las líneas e instalaciones de alta tensión.

Uno de los modos de fallo más frecuentes de los cables de aislamiento seco es que solo en una parte del aislamiento principal aparecen arborescencias eléctricas, sin que éstas afecten a la otra parte del aislamiento principal en serie con ella. Consecuentemente, la resistencia óhmica del aislamiento del conjunto (los dos aislamientos en serie: el defectuoso más el sano), medida con un medidor de aislamiento, denominados comercialmente como "Meguer", será al menos la del aislamiento sano, es decir muy alta; y mediante dicha medida no se obtendrá ninguna información del defecto existente en el cable.

Se ilustra a modo aclaratorio el siguiente ejemplo:

Supóngase un cable de aislamiento sólido, tal como el polietileno reticulado (XLPE), que tenga 7 mm de espesor y, de ellos, unos pocos milímetros (p.e. 3 mm) estén defectuosos con arborescencias eléctricas (aislamiento dañado), p.e. la parte más externa y cercana a la cubierta del cable, mientras que los restantes milímetros de su espesor aislante (p.e. 4 mm), parte cercana al conductor, se conserva en perfecto estado (aislamiento sano con resistencia de aislamiento de varios Tera ohmios). Si se mide la resistencia de aislamiento con un "Meguer" nos dará un resultado correcto, ya que simplemente el valor óhmico de parte sana es suficiente para obtener un valor de Tera ohmios.

Al tener el aislamiento de "polietileno reticulado" una muy alta rigidez dieléctrica (>9 kV/mm), el aislamiento sano soportará la tensión del ensayo del "Meguer" a 10 kV de corriente continua. Además, probablemente, también soportará la tensión de servicio (p.e. para un cable 12/20 kV sería 12 kV), ya que, con unos pocos milímetros de espesor sanos, la tensión soportada puede ser superior a la de red. Son embargo, frente a una sobretensión puntual (por ejemplo, derivada de un cortocircuito, de una maniobra por apertura o cierre de interruptores o por rayos de una tormenta), el aislamiento del cable fallará produciendo consecuencias no siempre controladas (véanse fotos de los efectos de cortocircuito de los cables de AT).

Además, un medidor de aislamiento, "Meguer", aplica una tensión continua en lugar de alterna, por lo que su reparto de tensión dentro del aislamiento del cable nada tiene que ver la sollicitación dieléctrica que soporta el cable con corriente de alterna de 50 HZ (con corriente alterna el reparto de tensión es principalmente capacitivo). Por este motivo, las normas internacionales de cables ya no prescriben el ensayo del aislamiento principal de los cables con corriente continua sino con corriente alterna.





En cambio, si se utiliza la medida de descargas parciales (DP) para comprobar el estado del aislamiento, podremos comprobar que en la parte del aislamiento con arborescencias eléctricas se producen pequeños pulsos de corriente eléctrica (de escasos mA de amplitud y de muy corta duración - cientos de nanosegundos). Por ejemplo, si observamos pulsos de corriente de 1 mA de amplitud y 100 ns de duración, y asumiendo, por simplicidad, que se tratan de pulsos triangulares, podremos decir que los pulsos son descargas 50 pC (Carga = área del triángulo = $1/2 \times 100 \text{ ns} \times 1 \text{ mA} = 50 \text{ pC}$). La detección y medida de estas descargas permite alertar que parte del aislamiento principal del cable está en condiciones defectuosas. Por ello, la guía propone la medida de DP a la tensión de la red, o bien desconectando el cable de la red y utilizando un generador externo.

Cabe destacar que las técnicas que miden descargas parciales (en adelante, DP) a la tensión de red se están abaratando mucho en los últimos años, y no requieren cortar la tensión de red, por lo que resultan ventajosas para las revisiones de cables en servicio. Se denominan habitualmente técnicas de monitorización del estado del aislamiento. Según aclara la guía, si una instalación dispone de estas técnicas, la monitorización sustituye a la medida del ensayo de aislamiento del cable por DP durante las verificaciones o inspecciones periódicas. En este caso, la empresa verificadora o inspectora comprobará simplemente que funciona el sistema de monitorización permanente y que devuelve información al titular.



Figura 1. Incendio en Atocha, por motivos de avería en cables de AT. Avería en una terminación de cable.





Figura 2. Incendio en Maragall, Barcelona. Avería en una terminación de cable.



Figura 3. Explosión en Patraix, Valencia, por motivos de avería en cables de AT. Avería en una terminación de cable.

Conclusión:

El medidor de aislamiento que aplica 10 kV en corriente continua no supone estrés alguno para un cable de aislamiento sólido y no es un ensayo válido para comprobar el estado del aislamiento del cable que es lo que exige el texto reglamentario. El medidor de aislamiento puede usarse para comprobar el estado de la cubierta, pero no es una técnica válida para comprobar el estado del aislamiento principal.

Por su parte, la guía propone técnicas válidas para realizar el ensayo reglamentario de comprobación del aislamiento principal del cable. En todo caso, las entidades de inspección podrían emplear cualquier otra técnica de medida siempre que proporcione





las mismas garantías técnicas para cumplir el requisito reglamentario, tal y como reconoce la propia carta de ENAC.

En este sentido, cabe destacar la recomendación establecida en las guías de aplicación para las pruebas a realizar en la inspecciones/verificaciones periódicas de las líneas con cables aislados instalados anteriormente a la entrada en vigor del Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, en relación a la comprobación del aislamiento principal en la que se recomienda que en ausencia de criterios en el proyecto aprobado con el que la línea fue puesta en servicio se apliquen los criterios técnicos establecidos en dichas guías para las líneas con cable aislado instaladas tras la entrada en vigor del citado real decreto.

2. Contestación al CTN-192 SC 14

- A. Respecto a la definición o diferencia entre “líneas con cables” y “puentes de cables”. Se proponen las matizaciones siguientes para aclarar las consultas formuladas por el CTN:

Puentes de cables de Alta Tensión:

“Conjunto de cables, incluidas sus terminaciones, que conectan las celdas de medida o de protección con los bornes del primario del transformador. Se consideran también puentes de cables de alta tensión cualquier otra conexión con cables entre elementos que se encuentren dentro del mismo edificio o recinto destinado a albergar una instalación de alta tensión, por ejemplo, entre un centro de seccionamiento y un centro de transformación cuando ambos ocupen el mismo recinto o bien ocupen recintos contiguos ubicados en el mismo edificio. Nótese que no es tan importante la longitud del puente, como el hecho de que el puente no salga de la instalación de alta tensión o del edificio o recinto que la alberga. En este sentido, los pasos aéreos subterráneos serían líneas de alta tensión y no puentes.”

Por complemento a la definición anterior, las líneas de alta tensión serían los circuitos eléctricos que conectan instalaciones de alta tensión ubicadas en recintos o edificios separados y que no pueden considerarse como puentes de alta tensión. Todo ello independientemente de su titularidad.





- B.** Respecto a la consulta relativa a los reglamentos aplicables a las terminaciones de líneas con cables y a los puentes de cables, destacar que en ambos casos el reglamento aplicable es el reglamento de instalaciones de alta tensión (RD 337/2014), ya que tanto las terminaciones de las líneas como los puentes de cables son elementos integrantes de las instalaciones de alta tensión.

Bien es cierto, que las terminaciones de los cables de líneas de alta tensión, aunque físicamente se encuentran dentro de la instalación de alta tensión, eléctricamente forman parte de la línea, con lo cual las comprobaciones marcadas en la guía de la ITC-RAT 23 como (I3) o (P3) en la tabla de la guía se pueden realizar con la inspección de la línea. En este sentido, si se ha realizado la comprobación del aislamiento principal de la línea, no es necesario repetir esta comprobación (I3) o (P3) en la inspección del centro de transformación. Sin embargo, si no se ha realizado la inspección de la línea, la inspección de la instalación de alta tensión no quedaría completa hasta realizar la comprobación de la terminación, lo cual puede realizarse localmente, por ejemplo, mediante una medida de descargas parciales (DP) a la tensión de servicio, colocando un sensor en la trenza de puesta a tierra de la terminación de la celda de línea, existiendo incluso otras alternativas menos invasivas.

- C.** Respecto a Importancia del ensayo de comprobación del aislamiento principal de los cables aislados destacar que la comprobación del estado del aislamiento principal mediante las técnicas de medida de DP permite al técnico que realiza la verificación detectar tanto defectos incipientes como en fase de desarrollo avanzada. Actualmente hay equipos de medida que lo marcan incluso con colores distintos.

El párrafo entrecorinado mencionado por CTN se refiere únicamente al caso en el que el defecto se encuentre en el seno del cable; sin embargo, si al realizar las medidas el defecto se localiza en la terminación y no en seno del cable, la intervención debería ser inminente ya que las consecuencias de un defecto en uno u otro caso pueden ser muy distintas. En efecto, si el defecto está en el cable y el cable está enterrado y bajo tubo, un defecto en el cable no pondrá generalmente en peligro a las personas ni a otra instalación distinta de la del propio cable. Sin embargo, cuando el defecto esté en la terminación, este pondrá en peligro la integridad de la celda donde se ubica la terminación y, por extensión, la del centro de transformación, que podría llegar a explotar. El defecto en la terminación también podría comprometer la seguridad de las personas, ya que los centros de transformación son visitados por personal de mantenimiento o inspección y a veces se ubican en el interior de edificios de otros usos, como edificios residenciales o fábricas, o se encuentran muy próximos a edificios habitados.





3. Contestación a las consultas de ASOCAN del 18/11/2020.

- A. En relación a la validez que defiende ASOCAN de la medida de la resistencia de aislamiento en corriente continua para valorar el estado del aislamiento de los conductores, es de aplicación lo anteriormente expuesto donde ha quedado demostrado que los ensayos con corriente continua no sirven para valorar el estado del aislamiento de un cable de alta tensión corriente alterna (ver apartado 1 de este informe).
- B. En relación al entrecomillado de los párrafos de la guía ITC-LAT 05 hecho por ASOCAN, según los cuales considera que se puede interpretar que la Guía Técnica de forma general no obliga a la realización de ensayos del aislamiento principal, éstos precisamente se refieren a las verificaciones periódica de líneas propiedad de empresas de transporte y distribución de energía eléctrica y, por tanto, no aplica ni a las verificaciones iniciales ni a las inspecciones iniciales o periódicas.

Por tanto, con carácter general, la norma es realizar los ensayos, siendo precisamente su no realización la excepción. En concreto, el requisito reglamentario establece la necesidad de realizar para líneas de terceros “los ensayos de comprobación del aislamiento principal y de la cubierta” (ITC-LAT 05 apartados 3.1 y 3.2), tanto en las revisiones iniciales como en las periódicas cada tres años.

En el caso de las líneas de empresas de transporte o distribución: en las verificaciones iniciales aplica lo mismo que para líneas de terceros; y en las periódicas, el apartado 2.1 establece que: “Las líneas eléctricas de alta tensión serán objeto de verificaciones periódicas, al menos una vez cada tres años, realizando las comprobaciones que permitan conocer el estado de los diferentes componentes de las mismas. Las verificaciones se podrán sustituir por planes concertados con el órgano competente de la Administración, que garanticen que la línea está correctamente mantenida.”

- C. En cuanto al argumento que hace ASOCAN de que los ensayos de comprobación del aislamiento principal son destructivos al exigir desembornar el cable, y la sugerencia de que, por similitud con lo indicado para las pantallas, la guía podría permitir su no realización, se destaca dado que los ensayos con sobretensión aplicada pueden provocar un envejecimiento acelerado del cable, éstos sólo se realizan a la tensión de ensayo normativa (ver UNE 211006) en las inspecciones iniciales. Por su parte, en las revisiones periódicas pueden realizarse a menor tensión, incluso a la tensión de servicio, de forma que el cable no sufra más de lo que sufre en servicio normal.





Por otra parte, al contrario de lo que sucede con el ensayo de las cubiertas, estos ensayos pueden hacerse sin desembornar el cable, ya que basta con introducir un sensor en la puesta a tierra de las pantallas de los cables y medir descargas parciales a la tensión de servicio, sin utilizar un generador externo.

- D.** Sobre el planteamiento de ASOCAN de que la técnica de medida de descargas parciales ON LINE indicada por la guía plantea problemas, dando como ejemplo el hecho de que para colocar los sensores sea necesario que la instalación esté en descargo y que se desconecten las pantallas de las pletinas cuando la propia Guía Técnica considera inadecuado tocar las pantallas para verificar la cubierta, se informa que si bien es posible que para colocar los sensores se tenga que poner la instalación temporalmente en descargo, la técnica es mínimamente invasiva ya que existen sensores de tipo pinza que se pueden colocar perfectamente sin desconectar las pantallas de sus pletinas.

Además, es práctica habitual durante las inspecciones periódicas de los centros de transformación poner toda la instalación en descargo para realizar la inspección ocular del interior de las celdas y su limpieza, por lo cual no se plantea ninguna dificultad adicional.

- E.** En cuanto al argumento de que tanto la técnica de diagnóstico de DP online como offline son técnicas complejas que desarrollan algunos laboratorios muy especializados, requiriendo un esfuerzo muy importante a nivel de formación para que estas medidas dentro de las actuaciones de inspección de ASOCAN puedan ser correctamente aplicadas, se informa que la utilización de estas técnicas se ha simplificado enormemente durante los últimos años y existen equipos comerciales mucho más baratos y de manejo más sencillo, siendo utilizados ya por entidades de inspección.

Destacar, además, que muchas inspecciones iniciales o periódicas, si se sigue la guía de la ITC-RAT 23, como sería el caso de Centros de transformación, pueden hacerse sin realizar ensayos de comprobación del aislamiento principal y por tanto sin necesidad de utilizar estas técnicas: basta con que los puentes de cables sean prefabricados y que se haya realizado la inspección de las líneas de llegada y salida del centro de transformación. En cualquier caso, la guía no es el requisito reglamentario por el que se exigen el ensayo de comprobación del aislamiento principal de los cables aislados.

- F.** En cuanto al comentario de que la Guía Técnica, en su Anexo II, requiere una certificación del sistema de medida de DDPP, del personal técnico especializado que los utiliza y de los procedimientos de medida aplicados, se estudiará la posibilidad de su eliminación en la siguiente edición de la guía.





En cualquier caso, cuando se recurra a laboratorios de ensayo, estos deberán estar acreditados según la norma UNE-EN 17025.

- G.** En relación a la no aplicabilidad de la técnica de DDPP y a las dificultades técnicas que, según ASOCAN, presenta en tramos que no sean lo suficientemente largos, destacar que existen técnicas de medidas de DP aplicables a tramos cortos de cables, incluso para localizar si el defecto está dentro de un transformador o en la terminación del puente de cable. Precisamente, las limitaciones pueden existir en tramos muy largos, ya que se va perdiendo sensibilidad cuando existe mucha distancia entre el punto donde se encuentra el defecto y el sensor.
- H.** En cuanto a la pregunta sobre los criterios que se deberían seguir a la hora de determinar si una instalación debe ser ensayada o si se puede admitir que los ensayos no sean realizados debido a la imposibilidad de interrumpir el servicio o de poder asegurar que los ensayos no vayan a afectar negativamente a las propias instalaciones, se informa que dicha eventualidad se recoge en la guía únicamente para verificaciones periódicas de líneas propiedad de empresas de transporte y distribución, donde la responsabilidad de las verificaciones periódicas es de dichas empresas, no de los organismos de control. En estos casos, las empresas eléctricas pueden presentar a la administración planes de mantenimiento concertados (apartado 22.1 ITC-LAT 05), de modo que sustituyan a estas verificaciones periódicas. No es competencia de las entidades de inspección.
- I.** Sobre la situación hipotética que ilustra ASOCAN de que los titulares decidan realizar los ensayos y de que la instalación sea afectada por el ensayo al suponer una intervención que no hubiese sido necesaria si la instalación no hubiese sido ensayada, resaltar que tal y como se ha mencionado anteriormente, las verificaciones periódicas pueden hacerse a la tensión de servicio, lo que no implica ningún tipo de solicitud dieléctrica adicional de la línea ensayada.
- J.** En relación a la pregunta planteada sobre si sería más adecuado valorar las consecuencias de un posible fallo antes de someter a los cables a los ensayos, informar, tal y como se ha mencionado anteriormente, que en este ámbito la guía distingue entre un defecto que se localice en el propio cable de un defecto que se localice en una terminación ya que los efectos y consecuencias en uno y otro caso son muy distintas y los plazos para su intervención y reparación pueden ser distintos.
- K.** En relación a la pregunta de si se debería dar un tratamiento distinto a los tramos de cables cortos asociados a centros de transformación, ver contestación del punto 2.A. donde se ha definido el concepto de puente de cables que no se considera línea y que por tanto le resulta de aplicación el RAT y no el RLAT.





- L.** En cuanto a la duda planteada sobre los criterios técnicos y comprobaciones que se deben aplicar a los cables aislados instalados con anterioridad a la entrada en vigor del RD 223/2008 en relación a lo que establece la Guía Técnica sobre que en ausencia de los criterios técnicos y comprobaciones que se tuvieron en cuenta en la puesta en servicio de dichas instalaciones “se recomienda” utilizar las mismas comprobaciones que se tendrían si los cables se hubiesen puesto en servicio con el actual reglamento en vigor, se informa que dado que la guía no es vinculante, y dado que el Reglamento de líneas de alta tensión no se aplica con carácter retroactivo a lo criterios técnicos de las inspecciones de las líneas existentes, la guía sólo puede recomendar que para las líneas antiguas sin criterios técnicos definidos en su proyecto se realicen las mismas verificaciones periódicas que para las líneas puestas en servicio según el nuevo Reglamento.
- M.** Sobre la aclaración que demanda ASOCAN por parte de ENAC, la misma debe dirigirse a ENAC.
- N.** En cuanto a la solicitud de la suspensión temporal de la aplicación del nuevo criterio en relación a las comprobaciones del aislamiento para líneas de cables aislados establecido por los expertos técnicos de ENAC en sus VA o auditorías verticales, hasta aclaración por parte de ENAC y/o Ministerio, de una aplicación con criterio común y con garantías técnicas y de calidad, se informa que en virtud de lo indicado en este documento no se aprecian razones suficientes para ellos. Asimismo, debe tenerse en cuenta que ENAC permite la utilización de procedimientos que ofrezcan garantías técnicas equivalentes a los de la guía, de otro modo no se entiende como los OC van a poder realizar las inspecciones cumpliendo con los requisitos del Reglamento de líneas de alta tensión.
- O.** Sobre la solicitud de la publicación de guías por parte del Ministerio que contengan (en base a evitar la generación de indefensión ante terceros): fecha de publicación, fecha de entrada en vigor e histórico de revisiones, se destaca que todas las versiones que han estado en vigor hasta la fecha de la guía ITC-LAT 05 una tiene su fecha de publicación e índice de revisión.
- P.** Sobre la solicitud de publicación por parte de la administración de un listado de empresas que cumplan con los requisitos de la guía referida para la realización de los ensayos, destacar que ya se ha mencionado la posibilidad de suprimir el Anexo II. En todo caso, existe todo un sistema de evaluación de la conformidad mediante los Organismos de Control y los laboratorios de ensayos acreditados, que se pueden consultar mediante otros medios, por ejemplo, la web de ENAC.
- Q.** En relación al planteamiento de que una guía, que no es vinculante y que tampoco tiene las garantías de cualquier norma, tales como fecha de entrada en vigor,





publicidad, impugnabilidad, etc., no puede establecer nuevos criterios de competencia técnica del personal OC; y la solicitud de aclaración sobre los nuevos requisitos de acreditación que la aplicación de la Guía, necesariamente introduciría, nuevamente indicar que se va a estudiar la supresión de la certificación descrita en el Anexo II, con lo cual la guía no introduciría ningún requisito para el personal del OC. En cuanto a la publicación de las guías, de forma previa a su aprobación se realiza un procedimiento de difusión para comentarios por parte del sector afectado.

EL SUBDIRECTOR GENERAL DE CALIDAD
Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

José Manuel Prieto

