

**Ensayos previos a la puesta en servicio de líneas eléctricas Aéreas de Alta Tensión**  
**ET/RD-DR-00009**

Ed.3

**Índice****1.- Objeto****2.- Alcance****3.- Desarrollo Metodológico**

*Recuerde que esta Documentación en FORMATO PAPEL puede quedar obsoleta. Para consultar versiones actualizadas acuda al Web*

Responsable		Fecha
Redacción	Redactor	28/04/2016
Verificación	Departamento de Extensión de Red	28/04/2016
Aprobación	Dirección de Medio Ambiente, Sostenibilidad, Innovación y Calidad	28/04/2016

**Ensayos previos a la puesta en servicio de líneas eléctricas Aéreas de Alta Tensión**<sup>Ed.3</sup>  
**ET/RD-DR-00009****1.- OBJETO**

El objeto de esta Especificación Técnica es definir las mediciones, ensayos y verificaciones a realizar en las líneas eléctricas Aéreas de Alta Tensión de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV e inferior a 220 kV, antes de su puesta en servicio, en la red de Distribución de E-REDES.

**2.- ALCANCE**

Las mediciones, ensayos y verificaciones se realizarán a las líneas eléctricas Aéreas de Alta Tensión nuevas; independientemente que lo sean en su totalidad o se conecten a redes existentes.

En el caso de instalaciones que vayan a ser cedidas a HCD, estas mediciones, ensayos y verificaciones se realizarán con presencia de personal de HCD y no se aceptará la cesión de instalaciones de AT que no hayan sido sometidas a los ensayos descritos en la presente ET. Si las líneas son de tensión nominal superior a 30 kV, deberán ser objeto de la correspondiente inspección inicial por una O.C.A.

Esta ET está basada en el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, en la Guía de aplicación de la ITC-LAT 05 del Reglamento de Líneas de Alta de Tensión, así como en las normas UNE correspondientes.

El resumen de las mediciones, ensayos y verificaciones a realizar, dependiendo del tipo de instalación, se recoge en las Tablas 1 y 2.

**3.- DESARROLLO METODOLÓGICO****3.1.- Ensayos de líneas de Alta Tensión. Condiciones Generales.**

Los materiales a utilizar en nuestras instalaciones provienen de Fabricantes Certificados por HCD que tienen certificados de conformidad emitidos por Organismos de Control Autorizado, garantizando de esta forma la seguridad de los mismos.

Las mediciones, ensayos y verificaciones a que hace referencia esta ET son los que deben realizarse a las Líneas en las propias obras, una vez estas hayan sido totalmente instalados y sin haber entrado todavía en tensión. Es decir, habrán pasado las etapas siguientes a la propia fabricación, almacenaje, transporte y la manipulación de materiales; el replanteo, la tala y poda de arbolado, la excavación, hormigonado, izado, tendido, tensado y regulado; la instalación de aisladores, aparamenta y resto de accesorios; la ejecución de las puestas a tierra, etc. excepto los entronques en los casos en que se conecten a red existente.

**Ensayos previos a la puesta en servicio de líneas eléctricas Aéreas de Alta Tensión**<sup>Ed.3</sup>  
**ET/RD-DR-00009**

En todas estas etapas y sobre todo durante el tendido, el personal que los manipula debe de hacer un control visual a la misma para verificar las condiciones generales del estado de la línea de alta tensión tendente a eliminar los defectos acaecidos durante las etapas previas a la puesta en servicio de la misma. Especialmente se debe prestar atención al estado del cable, aislamiento y puesta a tierra de los apoyos. Si durante el mismo se detecta algo anormal, se debe de poner en conocimiento del Técnico de HCD responsable de la instalación.

Para el dimensionamiento y configuración de las p.a.t. los parámetros fundamentales a considerar son:

- El valor de la corriente de falta
- La duración de la falta
- El sistema de p.a.t. del neutro de la red.

Con carácter general y específicamente señalado en cada Proyecto Técnico, se definirá en el mismo todas estas características que permitirán tanto al Director de Obra como al resto de agentes intervinientes, definir los requerimientos que deben ser adoptados, ejecutados y verificados en aras a dar el debido cumplimiento reglamentario que dimana de la citada normativa. En particular, se definen el tipo de apoyo y su clasificación según su ubicación, la resistividad del terreno, la configuración de la puesta a tierra (p.a.t.) y su dimensionamiento.

Puesto que para **instalaciones de Tercera Categoría** (Líneas AT de  $T \leq 30$  KV.), toda la red de E-REDES tiene el neutro p.a.t. mediante resistencia limitadora de la intensidad de defecto Homopolar  $I_{d_0}$  bien a 500 A (Zona Central de Asturias) o a 300 A (Zonas Alejadas y semidispersas), en un primer lugar se tendrá en cuenta esta categoría. En estas, con carácter general salvo que el Proyecto indique otra cosa, el tiempo de duración de la falta que se adoptará para verificar que no se sobrepasa la tensión máxima aplicada de contacto será de  **$t = 0,3$  seg.**

Para el resto de instalaciones (Líneas AT de  $T > 30$  KV.) estos parámetros quedarán expresamente definidos en el Proyecto Técnico dado que el sistema de p.a.t. del neutro de la red es rígido a tierra y sus valores específicos están ligados a las características del terreno donde se ubique, a la existencia o no del cable de tierra y a su situación respecto al resto de la infraestructura eléctrica existente de E-REDES y de la red mallada de MAT existente en el Principado de Asturias.

En función del nivel de tensión, se recogen en las mencionadas Tablas el resumen de mediciones, ensayos y verificaciones a realizar.

**3.1.1.- Ensayos de líneas de Alta Tensión (Líneas AT de  $T \leq 30$  KV.).**

**Ensayos previos a la puesta en servicio de líneas eléctricas Aéreas de Alta Tensión**<sup>Ed.3</sup>  
**ET/RD-DR-00009**

Las mediciones, ensayos y verificaciones a realizar dependen, entre otros, de los tipos de apoyos y cables que estas soporten. En HCD construimos líneas aéreas de Alta Tensión, como norma general, con las constituciones indicadas. En función de estas quedan señalados explícitamente los ensayos a realizar:

**LINEAS AEREAS ALTA TENSION. - Constituidas por apoyos metálicos y/o hormigón armado y conductores desnudos.**

Apoyos Frecuentados. - **Resistencia p.a.t., Vp y Vc** (máximo 420 V c.a. para una duración de la falta  $t = 0,3$  seg. con fuente de intensidad capaz de inyectar hasta **50 A.**)

Apoyos no Frecuentados. - **Resistencia p.a.t.** en al menos el 20 % de los mismos.

Apoyos con Aparamenta. - Las mismas medidas que los apoyos Frecuentados (excepto IAT).

Apoyos CTI. - **Resistencia de herrajes (Rh), Resistencia de neutro (Rn), Vp y Vc** (con fuente de intensidad mínima de **5 A.**). Sus valores máximos serán  $R_h \leq 20 \Omega$  para  $I_d = 500 \text{ A}$  ( $R_h \leq 33,33 \Omega$  para  $I_d = 300 \text{ A}$ ).  $R_n \leq 37 \Omega$ . **Vp  $\leq 4.200 \text{ V}$ . y Vc  $\leq 420 \text{ V}$ .** ambas para **t = 0,3 seg.**

En el supuesto que se recurra a medidas adicionales de seguridad (sistemas antiescalo de fábrica de ladrillo, conexiones equipotenciales entre suelo y el apoyo, recubrimientos aislantes, etc.) en los apoyos Frecuentados, se medirá la **Resistencia p.a.t. y la Vp** (máxima 2.400 c.a. con fuente de intensidad mínima de 5 A.) solamente.

**Ensayos previos a la puesta en servicio de líneas eléctricas Aéreas de Alta Tensión**<sup>Ed.3</sup>  
**ET/RD-DR-00009****LINEAS AEREAS ALTA TENSION. - Constituidas por apoyos metálicos y/o hormigón armado y cables unipolares aislados reunidos en haz.**

Apoyos Frecuentados. - **Resistencia p.a.t.**

Apoyos no Frecuentados. - **Resistencia p.a.t.** en al menos el 20 % de los mismos.

Apoyos con Aparamenta. - Las misma medida que los apoyos Frecuentados (excepto IAT).

Apoyos CTI.- **Resistencia de herrajes (Rh), Resistencia de neutro (Rn), Vp y Vc** (con fuente de intensidad mínima de 5 A.). Sus valores máximos serán  $R_h \leq 20 \Omega$  para  $I_d = 500 \text{ A}$  ( $R_h \leq 33,33 \Omega$  para  $I_d = 300 \text{ A}$ ).  $R_n \leq 37 \Omega$ .  **$V_p \leq 4.200 \text{ V}$ . y  $V_c \leq 420 \text{ V}$ .** ambas para  **$t = 0,3 \text{ seg}$ .**

En este supuesto y a pesar que la ITC LAT 05 habla de forma general que para las líneas eléctricas con conductores aislados con pantalla se efectuarán, al menos, los ensayos de comprobación del aislamiento principal y de la cubierta, dado que la ITC LAT 08 que regula específicamente estas líneas no dice nada sobre esta comprobación y la Guía Técnica tampoco, sobreentendemos que estas no deben ser realizadas así como la medición de  $V_c$ , y en su caso la  $V_p$  en los apoyos. En el supuesto que nos exija su comprobación, la realizaríamos siguiendo los criterios establecidos en la ET/RD-DR-00008 Ed. en vigor.

Recordar lo que señala la ITC LAT 07 (apartado 7.3.4.2) sobre apoyos Frecuentados:

- Lugares de acceso público, donde las personas ajenas a la Distribuidora se queden durante un tiempo relativamente largo, algunas horas al día o durante varias semanas.
- Lugares de acceso público, donde las personas ajenas a la Distribuidora se queden durante un tiempo corto, pero muchas veces al día, como cerca de áreas residenciales o campos de juego.
- Los lugares que solamente se ocupan ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc. no estarían incluidos en los dos casos anteriores.

Además en la Guía Técnica de esta ITC, señala:

Se considerarán apoyos Frecuentados todos aquellos apoyos situados en suelos clasificados como urbanos o urbanizables programados en los Planes de Ordenación

**Ensayos previos a la puesta en servicio de líneas eléctricas Aéreas de Alta Tensión**<sup>Ed.3</sup>  
**ET/RD-DR-00009**

del Territorio. En estos casos es necesario garantizar el cumplimiento de las tensiones de paso y contacto.

Se considera también como Frecuentado cualquier apoyo que sea accesible por encontrarse cualquier parte del apoyo a menos de 25 m de aparcamientos, aceras, áreas de festejos populares, romerías, ermitas y áreas de recreo a las que ocasionalmente puedan acudir numerosas personas ajenas a la instalación eléctrica, o a menos de 5 m de las áreas siguientes:

- Construcciones en fincas rústicas en las que cualquier persona pueda permanecer un tiempo prolongado.
- Caminos vecinales situados hasta a 500 m del límite de zona urbana registrados en catastro como tales y con superficie manipulada artificialmente (hormigonado, enlosado, asfaltado, etc.).

Las soluciones técnicas vendrán dadas en los Proyectos y su validación se realizará en la Dirección de Obra. El Director de Obra comprobará que no son superados sus valores reglamentarios, llegando incluso a realizar mejoras en el diseño si fuese necesario.

Cuando éstas sean imposible técnicamente de obtener o resulte económicamente desproporcionado mantener las tensiones de contacto dentro de los límites reglamentarios, se irá a medidas adicionales de seguridad, igualmente recogidas en el Proyecto.

En la Tabla 1 se recogen la síntesis de mediciones a realizar según lo indicado en este capítulo.

Ed.3

**Ensayos previos a la puesta en servicio de líneas eléctricas Aéreas de Alta Tensión**  
**ET/RD-DR-00009**

<b>SINTESIS DE LAS MEDICIONES AL AMPARO DEL R.D. 223/08 PARA LAT T ≤ 30 KV</b>			
<b>LAAT.- Constituidas por <u>apoyos metálicos y/o hormigón armado y conductores desnudos.</u></b>		<b>LAAT.- Constituidas por <u>apoyos metálicos y/o hormigón armado y cables unipolares aislados reunidos en haz.</u></b>	
<u>Apoyos Frecuentados</u>	<b>Resistencia p.a.t., Vp, Vc</b>  F.I. capaz de inyectar hasta 50 A  <b>Llevan antiescalo</b>	<u>Apoyos Frecuentados</u>	<b>Resistencia p.a.t.</b>  <b>Llevan antiescalo</b>
<u>Apoyos no Frecuentados</u>	<b>Resistencia p.a.t.</b> en al menos el 20 %	<u>Apoyos no Frecuentados</u>	<b>Resistencia p.a.t.</b> en al menos el 20 %
<u>Apoyos con aparamenta</u>  (Excepto IAT)	Igual medidas a Apoyos Frecuentados	<u>Apoyos con aparamenta</u>  (Excepto IAT)	Igual medidas a Apoyos Frecuentados
<u>Apoyos CTI</u>	<b>Rh, Rn, Vp y Vc</b> con  $I \geq 5A$	<u>Apoyos CTI</u>	<b>Rh, Rn, Vp y Vc</b> con  $I \geq 5A$
<p>En el supuesto que se recurra a medidas adicionales de seguridad (sistemas antiescalo de fábrica de ladrillo, conexiones equipotenciales entresuelo y el apoyo, recubrimientos aislantes, suelos aislantes, etc.) en los apoyos Frecuentados, se medirá la <b>Resistencia p.a.t. y la Vp</b> (con fuente de intensidad mínima de 5 A.) solamente.</p> <p style="color: red;">Nota: La medición de la Vc se realizará sobre el apoyo</p>		<p>En este supuesto y a pesar que la ITC LAT 05 habla de forma general que para las líneas eléctricas con conductores aislados con pantalla se efectuarán, al menos, los ensayos de comprobación del aislamiento principal y de la cubierta, dado que la ITC LAT 08 que regula específicamente estas Líneas no dice nada sobre esta comprobación y la Guía Técnica tampoco, sobreentendemos que estas no deben ser realizadas así como la medición de Vc, y en su caso la Vp en los apoyos.</p> <p style="color: red;">Nota: La medición de la Vc se realizará sobre el apoyo</p>	

Ed.3

**Ensayos previos a la puesta en servicio de líneas eléctricas Aéreas de Alta Tensión**  
**ET/RD-DR-00009**

Tabla 1

En el supuesto que las composiciones de las líneas Aéreas de Alta Tensión sean otras, en el Proyecto Técnico quedarán señaladas explícitamente las mediciones, ensayos y verificaciones a realizar.

**COMENTARIO SOBRE VALORES DE P.A.T. EN LOS APOYOS ( $T \leq 30$  KV).** Los criterios simplificados que se adoptan, para formular la expresión de la Corriente de Defecto (**Id**), conducen a definir el valor de la **Resistencia de p.a.t. (Rt)** de una Instalación que todavía se está diseñando en función de la Corriente Máxima de falta (**Icc0**) ya calculada, bajo las siguientes premisas:

1ª El máximo valor de **Rt** debe permitir que la Intensidad de Defecto (**Id**) supere el valor mínimo de arranque de las protecciones de cabecera de las Líneas.

2ª El máximo valor de potencial absoluto (**Vd**) que alcance el Sistema de p.a.t. de la Instalación en caso de defecto a tierra, no debe superar la tensión soportada, a frecuencia industrial, del material de la instalación. En este caso solo existe aparamenta de AT (**Vat**).

$$\text{Como } Vd = Rt \times Id$$

$$\text{Y según lo manifestado } Vd \leq Vat$$

$$\text{Se tendrá que cumplir que } \mathbf{Rt \times Id \leq Vat}$$

En HCD toda la aparamenta de AT instalada en los apoyos, cumple el valor mínimo del Nivel de Aislamiento de **50 KV** a Fr. industrial durante 1 minuto.

Llevado esto a la anterior expresión en el caso de redes con **Id = 500 A.**

$$Vat \quad 50.000$$

$$Rt \leq \frac{Vat}{Id} \leq \frac{50.000}{500} \leq \mathbf{100 \Omega}$$
 Valor máximo que puede alcanzar la Resistencia de

$$Id \quad 500 \quad \text{Herrajes de un apoyo.}$$

**Ensayos previos a la puesta en servicio de líneas eléctricas Aéreas de Alta Tensión**<sup>Ed.3</sup>  
**ET/RD-DR-00009**

Para el caso de redes con **Id = 300 A**, el valor sería:

Vat            50.000

$R_t \leq \frac{V_{at}}{I_d} \leq \frac{50.000}{300} \leq \mathbf{166,67 \Omega}$  Valor máximo que puede alcanzar la Resistencia de

$I_d$             300                            Herrajes de un apoyo.

**3.2.- Ensayos de líneas de Alta Tensión (Líneas AT de T > 30 KV.).**

Las mediciones, ensayos y verificaciones a realizar dependen, entre otros, de los tipos de apoyos y cables que estas soporten. En HCD construimos líneas aéreas de Alta Tensión con T > 30 KV, como norma general, con la constitución indicada. En función de esta quedan señalados explícitamente los ensayos a realizar:

**LINEAS AEREAS ALTA TENSION. - Constituidas por apoyos metálicos y/o hormigón armado y conductores desnudos.**

En este tipo de Líneas de Alta Tensión, las mediciones, ensayos y verificaciones a realizar son las mismas que para las de Tercera Categoría (excepción de los apoyos CTI que como es sabido no existen) si bien los parámetros intrínsecos de cada uno estarán definidos en el Proyecto Técnico.

También quedó manifestado que el sistema de p.a.t. del neutro de la red es rígido a tierra y sus valores específicos están ligados a las características del terreno donde se ubique, a la existencia o no del cable de tierra y a su situación respecto al resto de la infraestructura eléctrica de MAT existente.

Asimismo se debe tener en cuenta para los valores a considerar las tensiones soportadas por las cadenas de aisladores que tienen las LAAT y que en el caso de E-REDES cumplen, como mínimo, para líneas de **50 KV** 165 kV a f.i., para líneas de **132 kV** 320 kV a f.i. y para las de **220 kV**, 495 kV a f.i.

Las soluciones técnicas vendrán dadas en los Proyectos y su validación se realizará en la Dirección de Obra. El Director de Obra comprobará que no son superados sus valores reglamentarios, llegando incluso a realizar mejoras en el diseño si fuese necesario.

Cuando éstas sean imposible técnicamente de obtener o resulte económicamente desproporcionado mantener las tensiones de contacto dentro de los límites reglamentarios, se irá a medidas adicionales de seguridad, igualmente recogidas en el Proyecto y/o Dirección de Obra.

**Ensayos previos a la puesta en servicio de líneas eléctricas Aéreas de Alta Tensión**  
**ET/RD-DR-00009**

Ed.3

En cuanto a la intensidad a inyectar para realizar las mediciones de Vc ó en su defecto la Vp en los apoyos Frecuentados de línea, como es imposible garantizar una inyección del 1 % de la corriente para el cual está dimensionada la instalación y dado que el valor de la intensidad de defecto a considerar en un apoyo es una fracción de la Intensidad de defecto que fluye por la línea se adopta el criterio técnico de utilizar equipos que eliminen las corrientes parásitas y susceptibles de inyectar, si la resistencia de bucle de tierra es pequeña, hasta 50 A.

A todos los apoyos Frecuentados, a los de conversión aéreo-subterránea y aquellos que el Director de Obra crea oportuno, se les dotará de un sistema antiescalo montado sobre aisladores soporte.

En la Tabla 2 se recogen la síntesis de mediciones a realizar según lo indicado en este capítulo.

<b>SINTESIS DE LAS MEDICIONES AL AMPARO DEL R.D. 223/08 PARA LAT T &gt; 30 KV</b>	
<b>LAAT.- Constituidas por <u>apoyos metálicos y/o hormigón armado y conductores desnudos.</u></b>	
<u>Apoyos Frecuentados</u>	<b>Resistencia p.a.t., Vp y Vc</b> <b>F.I. capaz de inyectar hasta 50 A</b> <b>Llevan antiescalo</b>
<u>Apoyos no Frecuentados</u>	<b>Resistencia p.a.t.</b>
<u>Apoyos con apartamenta</u>	Igual medidas a Apoyos Frecuentados
<p>En el supuesto que se recurra a medidas adicionales de seguridad (sistemas antiescalo de fábrica de ladrillo, conexiones equipotenciales entresuelo y el apoyo, recubrimientos aislantes, suelos aislantes, etc.) en los apoyos Frecuentados, se medirá la <b>Resistencia p.a.t. y la Vp</b> (con fuente de intensidad de hasta 50 A.) solamente.</p> <p><b>Nota: La medición de la Vc se realizará sobre el apoyo</b></p>	

**Ensayos previos a la puesta en servicio de líneas eléctricas Aéreas de Alta Tensión**<sup>Ed.3</sup>  
**ET/RD-DR-00009**

--

Tabla 2

En el supuesto que las composiciones de las líneas Aéreas de Alta Tensión sean otras, en el Proyecto Técnico quedarán señalados explícitamente las mediciones, ensayos y verificaciones a realizar.