

PUESTA A TIERRA DE EDIFICIOS

Profesores:

Martínez Antón, Alicia (almaran@csa.upv.es)
Blanca Giménez, Vicente (vblanca@csa.upv.es)
Castilla Cabanes, Nuria (ncastilla@csa.upv.es)
Pastor Villa, Rosa María (ropasvil@csa.upv.es)

Departamento: Construcciones Arquitectónicas

Centro: ETS Arquitectura

1.- RESUMEN DE LAS IDEAS CLAVE

El objeto de la puesta a tierra de las masas de los receptores es garantizar la seguridad de las personas ante contactos indirectos.

En este artículo vamos a definir las características de la puesta a tierra y vamos a explicar cómo se dimensiona esta instalación paso a paso a través de un ejemplo. Emplearemos fórmulas y tablas que nos permitirán determinar el número de electrodos necesarios para cada instalación. Al final se propone un ejercicio para poner en práctica lo aprendido.

2.- INTRODUCCIÓN

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

3.- OBJETIVOS

Una vez que el alumno lea este artículo será capaz de:

- Diseñar la puesta a tierra de los edificios

4.- DESARROLLO

Antes de comenzar es necesario leer bien la normativa básica:

- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN (REBT). Concretamente la siguiente Instrucción Técnica Complementaria:

- ITC-BT-18: Instalaciones de puesta a tierra.

Elementos de la instalación

La toma de tierra está constituida por electrodos. Éstos pueden estar formados por:

- Barras, tubos.
- Pletinas, conductores desnudos.
- Placas.
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones.
- Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas.
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

En los edificios de nueva construcción, antes de hormigonar, en el fondo de las zanjas de cimentación se instalará un cable de cobre desnudo formando un anillo cerrado que cubra todo el perímetro del edificio.

A este anillo se conectará la estructura metálica del edificio. Las uniones se harán mediante soldadura aluminotérmica o autógena de forma que se asegure su fiabilidad.

Las tomas de tierra estarán enterradas como mínimo 0,5 m aunque se recomienda que el conductor esté enterrado al menos 0,8 m.

El anillo será de cobre desnudo y de sección mínima de 25 mm², aunque lo más habitual es que sea de 35 mm². Al anillo se conectarán electrodos formados por picas o placas verticalmente hincados en el terreno. El electrodo más habitual son las picas de 2 m. de longitud.

Datos necesarios para el cálculo

Para el cálculo de esta instalación necesitamos conocer la resistencia de tierra de cada tipo de electrodo que empleemos.

En la Tabla 1¹ se resumen fórmulas para obtener la resistencia de tierra de cada tipo de electrodo.

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
ρ , resistividad del terreno (Ohm.m) P , perímetro de la placa (m) L , longitud de la pica o del conductor (m)	

Tabla 1. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo.

Observando la Tabla 1, vemos que es importante conocer la resistividad del terreno. Para ello, podemos emplear la Tabla 2², donde se muestra la resistividad de varios tipos de terreno

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 2. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

El último dato importante que debemos conocer es la resistencia máxima permitida según la normativa vigente.

El REBT establece los valores máximos de la resistencia a tierra. Estos valores suelen ser muy elevados (por ejemplo, para un diferencial de 30 mA se establece una resistencia admisible de 800 Ω), por lo que en la práctica las tomas de tierra tienen valores muy inferiores a los exigidos por el REBT.

Por otro lado, el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios, establece una resistencia a tierra máxima de 10 Ω . Por tanto, será éste el valor que tomaremos de referencia.

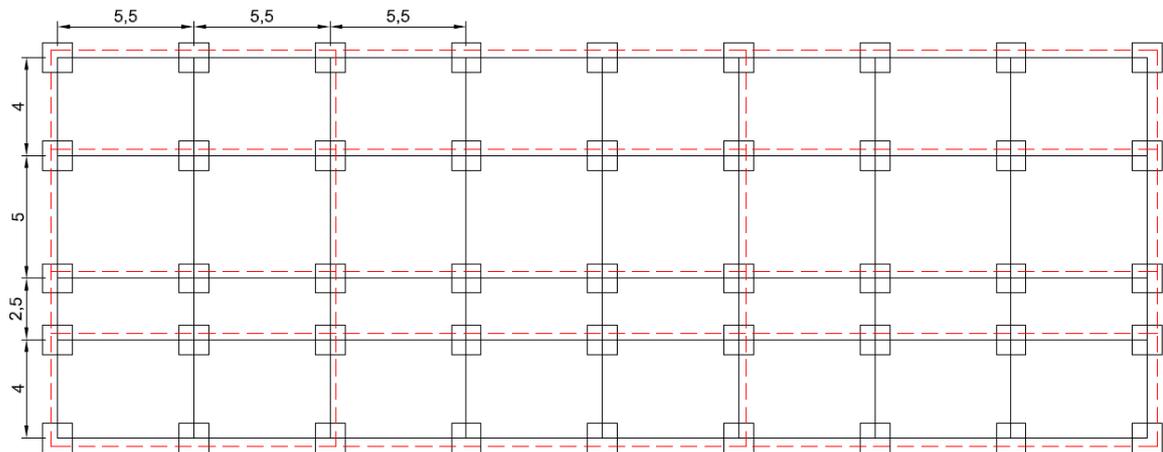
¹ Tabla de la ITC-BT-28. Instalaciones de puesta a tierra.

² Tabla de la ITC-BT-28. Instalaciones de puesta a tierra.

Cálculo de la instalación.

Vamos a explicar el cálculo a través de un ejemplo.
Tenemos un edificio de las siguientes características:

- Edificio de viviendas.
- Toma de tierra formada por un conductor de cobre enterrado y picas de 2 m. de longitud.
- Terreno: calizas compactadas con una resistividad, $\rho = 1500 \text{ Wxm}$.
- Planta de cimentación según el esquema siguiente:



- La longitud del conductor de cobre enterrado es de 282 m. (En el esquema de la cimentación, el conductor aparece a líneas discontinuas en rojo)

Queremos calcular el número de picas de 2 m. de longitud necesarias.

En primer lugar tenemos que tener en cuenta que el conjunto de picas y el anillo están en paralelo respecto de tierra, por tanto se cumple que:

Fórmula 1. Resistencia total en conexiones en paralelo³

$$1 / R_t = 1 / R_c + 1 / R_p$$

donde,

R_t es la resistencia total

R_c es la resistencia del conductor enterrado

R_p es la resistencia de las picas

Limitaremos la resistencia a tierra a 10Ω , según se ha explicado en el apartado anterior.
Luego $R_t = 10 \Omega$

Según la Tabla 1 la resistencia del conductor es: $R_c = 2\rho / L$, sustituyendo:

$$R_c = (2 \cdot 1.500) / 282 = 10,64 \Omega$$

Sustituyendo en la Fórmula 1, se obtiene:

$$1/10 = 1/10,64 + 1/R_p \text{ ----- } R_p = 166,67 \Omega, \text{ valor de la resistencia del total de picas instaladas.}$$

A partir de ese valor, se puede obtener el número de picas (de 2 m. cada una) despejándolo de la siguiente fórmula, obtenida a partir de la expresada en la Tabla 1.

$$R_p = \rho / n^0 p_i \cdot L \text{ ---- } 166,67 \Omega = 1.500 / n^0 p_i \cdot 2 \text{ ---- } n^0 p_i = 4,5 \text{ picas, es decir } \mathbf{5 \text{ PICAS}}$$

³ Esta fórmula se puede consultar en el libro "Nuevo manual de instalaciones eléctricas". Martín, Franco. Madrid, A. Madrid Vicente, 2003.

5.- CIERRE

El objeto de la puesta a tierra de las masas de los receptores es garantizar la seguridad de las personas ante contactos indirectos.

La toma de tierra generalmente está constituida por un anillo de cobre desnudo enterrado al que se conectan electrodos formados por picas o placas verticalmente hincados en el terreno.

En este objeto de aprendizaje hemos estudiado las características de la puesta a tierra y hemos visto cómo se dimensiona esta instalación a partir de unos datos de partida:

- Tipo y resistividad del terreno.
- Esquema de la planta de cimentación.
- Tipos de electrodos empleados.
- Resistencia a tierra máxima permitida.

Para comprobar si has aprendido a diseñar la toma de tierra de un edificio, se propone el siguiente ejercicio:

- Calcula el número de picas necesario para un edificio de viviendas sobre un terreno de arenas arcillosas de resistividad, $\rho = 300 \text{ Wxm}$. La longitud del conductor de cobre enterrado que planteamos es de 55 m.

Solución al ejercicio planteado: 2 picas.

6.- BIBLIOGRAFÍA

Normativa de aplicación:

[1] REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.

Instrucción Técnica Complementaria: - ITC-BT-18: Instalaciones de puesta a tierra.

[2] REAL DECRETO 401/2003, de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones.

Libros:

[3] "Nuevo manual de instalaciones eléctricas". Martín, Franco. Madrid, A. Madrid Vicente, 2003.

Artículos:

[4] "Cálculo de los sistemas de puesta a tierra en edificios". Dufo López, Rodolfo. Técnica Industrial Especial Electricidad y Electrónica. Octubre 2004.