

PUESTA A TIERRA

W. G. Fano

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería.

gfano@fi.uba.ar



TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL TERRENO

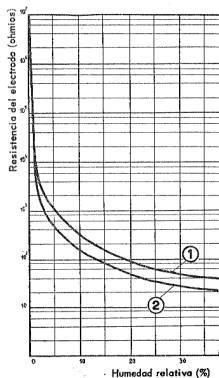


Fig. 16

FIGURA 16. — Variación de la resistencia global de un electrodo hipotético, en función de la humedad del terreno.

La curva 1 corresponde al humus superficial y la 2 a un terreno arenoso en profundidad. Aunque el diagrama nos da valores hipotéticos de la resistencia, evidencia claramente la gran importancia que tiene la humedad del terreno en la resistencia de los electrodos de tierra y la conveniencia de introducir éstos a profundidades para las cuales se presume que dicha humedad no se altere excesivamente, al objeto de que la resistencia del electrodo no sufra grandes variaciones en el tiempo.

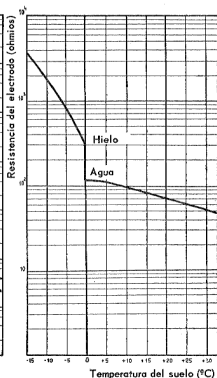


Fig. 17

FIGURA 17. — Variación de la resistencia global de un electrodo hipotético en función de la temperatura del terreno.

Como puede deducirse de la figura, la influencia de la temperatura del terreno sobre la resistencia del electrodo es mucho menos acusada que la de la humedad. Además, dado que a un aumento de la temperatura corresponden, simultáneamente, una disminución de la resistencia y de la humedad, la variación debida a la temperatura puede despreciarse. Es necesario, pues, que el electrodo quede por debajo de la zona de terreno que pueda helarse; véase en efecto, la discontinuidad del diagrama.

MES Y SU EFECTO EN EL TERRENO

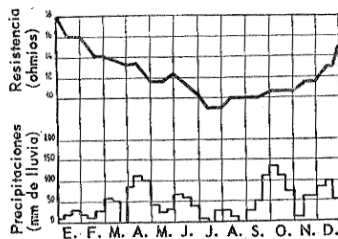


FIGURA 18. — Variación de la resistencia de un electrodo de tierra hipotético, durante un año.

En la parte inferior se ha representado el diagrama de las precipitaciones atmosféricas, en milímetros de columna de agua, para que pueda compararse la influencia de la humedad del terreno.

PROFUNDIDAD DEL TERRENO

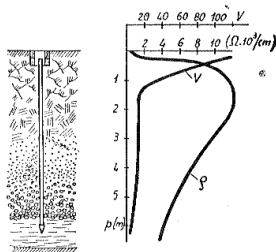
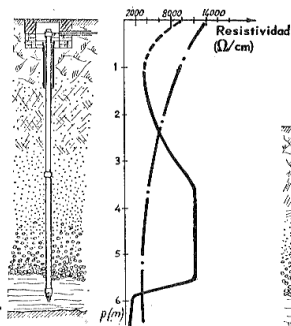


FIGURA 19. — Ejemplo de variación de la resistividad del terreno con la profundidad.

A una zona superficial formada por humus de baja resistividad (no influenciada, sin embargo, por el electrodo merced a la presencia del pozo de inspección) sigue una zona de resistividad demasiado elevada constituida por terreno arenoso, a continuación otra zona de terreno pedregoso y finalmente una zona acuosa. Cuando el electrodo alcanza esta última zona, la resistividad desciende a valores bajísimos.

La curva de trazo continuo representa la variación de resistividad en el caso objeto de examen y la curva de trazo y punto una marcha de resistividad que se encuentra con bastante frecuencia en la práctica, es decir, una disminución gradual de ésta, con marcha bastante regular, desde las capas superficiales del terreno hasta las más profundas.

FIGURA 20. — Cuando la superficie del terreno se empapa de agua a consecuencia de un temporal de lluvias y las capas más profundas permanecen secas, la resistividad de la zona empapada desciende a valores muy bajos y, prácticamente, la dispersión de la corriente afecta tan solo a dicha zona superficial, creándose peligrosos gradientes de potencial.

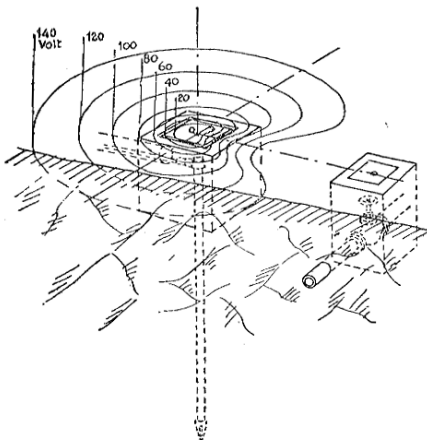


FIGURA 21. — La presencia de conducciones metálicas enterradas en la zona adyacente al electrodo de tierra, altera profundamente la distribución de los potenciales, determinando peligrosísimos gradientes de potencial. En la figura se ha representado la marcha del potencial en la superficie del terreno, en un caso hipotético. Obsérvese el adensamiento de las líneas equipotenciales en la dirección de la conducción subterránea.

TRATAMIENTO DEL TERRENO

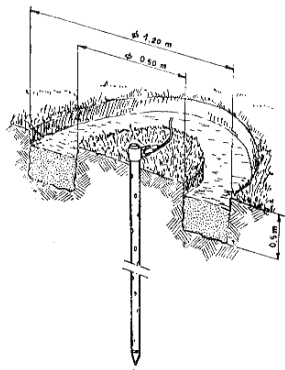


FIGURA 22. — Ejemplo de tratamiento del terreno, adyacente al electrodo, para disminuir su resistividad.

MOVIMIENTO DE AGUA EN EL TERRENO

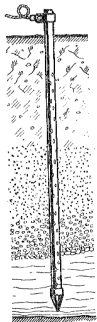
CUADRO 3. — *Movimientos del agua en el terreno*

Tipo de terreno	Movimiento de arriba abajo (infiltración)	Retención del agua (infiltración)	Movimiento de abajo arriba (capilaridad)	Altura del terreno afectada por el fenómeno
Humus	rápida	óptima	normal	pequeña
Arena	normal	mucha	rápida	media
Creta	lenta	poca	lenta	media
Arcilla	muy lenta	muy poca	muy lenta	grande

CARACTERISTICAS DEL TERRENO. RESUMEN

Puesta a tierra de las instalaciones eléctricas	CARACTERISTICAS DEL TERRENO	Tabla 1
---	-----------------------------	------------

Las características del terreno donde deben instalarse los electrodos de tierra constituyen una de las cuestiones más importantes de toda toma de tierra y una de las variables que afectan al resultado, que con menos exactitud pueden determinarse en el campo de la previsión. Tan sólo mediciones muy cuidadosas en el mismo lugar de emplazamiento pueden suministrar datos absolutamente seguros. No obstante, al objeto de obtener una grosera orientación inicial sobre el orden de magnitud de la resistividad, puede ser de utilidad la tabla 2.



Sobre la resistencia de una toma de tierra pueden influir los siguientes factores, dependientes del terreno:

- **NATURALEZA DEL MISMO:** Terrenos de naturaleza diferente presentan resistividades variables entre límites amplísimos (véase tabla 2), modificando sustancialmente las características de la toma de tierra.
- **HUMEDAD:** El estado higrométrico del terreno influye de manera notable en su resistividad; un mismo terreno puede presentar una resistividad centenares (e incluso miles) de veces superior, con sólo pasar de un estado de humedad abundante a otro de sequedad absoluta.
- **TEMPERATURA:** Generalmente, la variación de la resistividad con la temperatura no es muy considerable pero es sensible. Por lo general, la resistividad de un terreno aumenta al disminuir su temperatura; este fenómeno se presenta en algunos terrenos, de una manera muy acusada, mientras en otros sólo de manera perceptible.
- **ESTRATIGRAFIA DEL TERRENO:** Los electrodos cilíndricos principalmente, suelen alcanzar profundidades tales que atraviesan varias capas de terreno de naturaleza y características diferentes entre sí. La resistencia total será el resultante de las acciones parciales de las diversas capas. Algunas veces una sola capa presenta una resistividad tan baja que hace apenas perceptible la influencia de las restantes (cuando se alcanza agua, por ejemplo).

Las características de un terreno pueden sufrir variaciones:

- a) modificando su estado higrométrico mediante la conducción a la zona donde se ha instalado al electrodo, de aguas de lluvia o de descarga. No obstante, los beneficios obtenidos serán pasajeros si no es posible conseguir que el terreno mantenga la humedad durante largo tiempo. Uno de los mejores métodos para lograr tal objeto consiste en poblar de vegetación la superficie del terreno que circunda el electrodo.
- b) instalando el electrodo en el centro de un amplio hoyo que luego se rellena completamente con tierras de relleno de muy baja resistividad. No obstante, la eficacia de este método no es muy acusada y practicar un hoyo de grandes dimensiones resulta

- [1] Carlo Clerici. La puesta a tierra de las instalaciones eléctricas. Ediciones Técnicas Rede. 1966
- [2] Elya Joffe. Grounds for Grounding. IEEE Press 2010.