

## **RESISTIVIDAD ELÉCTRICA EN LOS SUELOS DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE LA RIOJA, DENSIFICACIÓN DE PUNTOS**

**Aegerter, Claudio<sup>(1)</sup> – Mercado, Manuel<sup>(2)</sup> – Karam, Claudio<sup>(3)</sup> – Morales, Marcelo<sup>(3)</sup> – Vergara, Martín<sup>(3)</sup> – Sarroca, Esteban<sup>(3)</sup> – Meneze, Alberto<sup>(4)</sup> – Carrera, Lourdes<sup>(5)</sup>**

(1) Autor y Director. Dpto. Ingeniería Electromecánica UTN-FRLR.

(2) Aval científico. GAIA-UTN-FRLR.

(3) Investigador de apoyo. Dpto. Ingeniería Electromecánica UTN-FRLR.

(4) Investigador de apoyo. Graduado Ingeniería Electromecánica UTN-FRLR.

(5) Investigador de apoyo. Graduado Ingeniería Agroindustrial UNLaR.

[cjaegerter@gmail.com](mailto:cjaegerter@gmail.com)

**Resumen:** En este proyecto se pretende obtener una adecuada y representativa cantidad de valores de resistividad de suelos que se miden en puntos de medición fijos, específicamente en la zona este de la Capital provincial. En esta zona se observa un crecimiento significativo y sostenido de la población y consecuentemente un aumento de construcción de viviendas, con la consecuente instalación de redes y sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica que requieren la instalación de sistemas de puestas a tierra adecuadamente dimensionados, siendo la resistividad del suelo un parámetro fundamental de diseño de las mismas. Obtener los perfiles de resistividad del suelo, su variación estacional y los valores máximos, mínimos y media aritmética anual resulta de fundamental importancia para efectuar el correcto diseño y dimensionamiento de las puestas a tierra de estaciones transformadoras y generadoras como así también las puestas a tierra de seguridad de las viviendas, pararrayos y edificios que se construyan, permitiendo cumplir con las reglamentaciones eléctricas vigentes. Con el objeto de obtener estos valores, de resistividad de manera mensual, actualmente se están realizando las mediciones y se continuará efectuándolas mensualmente a lo largo de un año con el objeto de obtener los datos necesarios destinados a efectuar el procesamiento de los mismos para poder trazar los perfiles de resistividad del suelo correspondientes. Las mediciones se realizan en puntos fijos que ya fueron georreferenciados, los mismos tienen origen en la rotonda existente entre las Avenidas Félix de La Colina y Avenida Ortiz de Ocampo, en dirección Este hacia la Ruta Nacional 38, a lo largo de 3 km aproximadamente, luego se continúa hacia el este por las Rutas Provincial N° 25 y N° 5 en dirección Este cubriendo una distancia adicional de 7 km a lo largo de cada una de estas dos arterias viales. Se utiliza un Telurímetro digital de cuatro terminales y se aplicará el método de Medición de Wenner, volcándose los datos a una planilla de cálculo, procesándose y obteniendo perfiles de resistividad, valores máximos, mínimos y media aritmética de la resistividad del suelo en cada uno de los puntos georreferenciados.

**Palabras Clave:** Resistividad, Suelos, La Rioja.

### **Introducción**

La instalación de redes y sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica que requieren la construcción de los sistemas de puestas a tierra adecuadamente dimensionados, siendo la resistividad del suelo un parámetro fundamental de diseño de las mismas. Obtener los perfiles de resistividad del suelo, su variación estacional y los

valores máximos, mínimos y media aritmética anual resulta de fundamental importancia para efectuar el correcto diseño y dimensionamiento de las puestas a tierra de estaciones transformadoras y generadoras como así también las puestas a tierra de seguridad de las viviendas, pararrayos y edificios que se construyan, permitiendo cumplir con las reglamentaciones eléctricas vigentes. Para ello se debe contar con información fehaciente de valores de resistividad de suelos de la zona Este de la Ciudad La Rioja, la variación anual y estacional de los valores de resistividad para garantizar la seguridad en el cálculo y dimensionamiento de las Puestas a tierra, disminuyendo la incertidumbre que se suscita al efectuar dimensionamientos sin conocer valores ciertos de resistividad de los suelos del área de emplazamiento.

### **Materiales y Métodos**

Entre los meses de diciembre del 2019 y marzo del 2022 se ejecutó el proyecto de investigación denominado “*Evaluación de la Resistividad eléctrica en los suelos de la zona sur de la Ciudad de La Rioja, Densificación de Puntos*” donde se establecieron 10 puntos de medición a lo largo de la Avenida Ortiz de Ocampo, los mismos fueron georreferenciados. Para la medición de resistividad se utilizó un telurímetro de 4 terminales, aplicando el método de determinación de resistividad del suelo desarrollado por Frank Wenner. Se realizaron mediciones a profundidades “a” de 0,5 m; 1 m y 2 m. Cada familia de mediciones fue volcada a una tabla de cálculo Excel, calculando las resistividades para cada punto a diferentes profundidades de suelo “a”, obteniéndose los perfiles de resistividad característicos para cada zona y profundidad “a” considerada y con ello se trazaron una familia de curvas características de resistividad del suelo para cada mes del año en función de los puntos considerados a lo largo de la avenida Ortiz de Ocampo. También se obtuvieron curvas con valores máximos, mínimos y medias aritméticas de resistividad del suelo y su variación anual.

En el proyecto se desea obtener curvas y valores de resistividad del suelo para la zona Este de la ciudad. Para esto se establecieron los 17 puntos de medición (cada 1 Km aproximadamente) a los costados de cada calle o ruta indicada y en un posible ancho de 200 metros. Los puntos seleccionados se indican en la Figura N° 1.



**Figura N° 1:** Localización de los puntos de medición de la zona este Ciudad de La Rioja – Argentina

El equipo utilizado en la medición es un Telurímetro de 4 terminales, aplicándose el método de determinación de resistividad del suelo desarrollado por Frank Wenner en 1915, cuyo principio básico es inyectar una corriente de baja frecuencia a través de la tierra y entre dos electrodos C1 y C2, mientras que el potencial que aparece se mide entre dos electrodos P1 y P2. Estos cuatro electrodos se encuentran enterrados en línea recta e igual separación “a”. El instrumento mide la Corriente I que circula a través de la tierra desde el electrodo C1 al electrodo C2 el instrumento mide la caída de tensión V existente entre P1 y P2 provocada por la circulación de la corriente entre C1 y C2. El instrumento realiza el cociente entre V e I calculando la resistencia aparente del suelo de un casquete semiesférico de terreno de radio “a”.

Para determinar el valor de resistividad del casquete semiesférico se determina por medio de la ecuación  $\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R$ . Para obtener el valor de resistividad eléctrica promedio de un hemisferio de terreno de un radio igual a la separación “a” de los electrodos.

El trabajo de campo se inició en el mes de mayo con la capacitación a los alumnos que participan del trabajo de investigación, esta tarea se realizó en el laboratorio de especialidades de la Facultad Regional La Rioja de la UTN, Figura N° 2.



**Figura N° 2:** Capacitación en la metodología y utilización del instrumento de medición.

Luego, con la delimitación geográfica realizada en el trabajo de gabinete se procedió a recorrer la zona e iniciar el proceso de medición de resistividad del suelo en cada punto considerado, tarea que se inició a mediados del mes de mayo, totalizándose hasta el momento tres instancias completas de medición en los 17 puntos y a las profundidades preestablecidas de 0,5m, 1m, y 2m. En la Figura N° 3 se observa una secuencia de imágenes de las mediciones realizadas con los alumnos, docentes y graduados investigadores participantes.



**Figura N° 3:** *Proceso de medición de resistividad de los suelos de la zona este. Ciudad de La Rioja – Argentina*

## Resultados

Las mediciones realizadas en los meses de mayo, junio y julio del año en curso fueron procesadas y se alcanzaron los datos parciales que pueden observarse en las Figuras N° 4.a, 4.b, 4.c y N° 5.a, 5.b y 5.c. Los resultados definitivos se obtendrán una vez que se realicen todas las mediciones y se procesen, obtengan y calculen los datos de resistividad y se tracen las familias de curvas definitivas, además se determinarán los valores Máximos, Mínimos y la Media Aritmética de las Resistividades para cada punto, y se trazarán las curvas respectivas.



**Figura N° 4.a:** *Perfil de Resistividad obtenidos en Avenida Félix de La Colina y Ruta Provincial N° 25. Meses de mayo, junio y julio de 2023. Profundidades de 0,5m.*



**Figura N° 4.b:** *Perfil de Resistividad obtenidos en Avenida Félix de La Colina y Ruta Provincial N° 25. Meses de mayo, junio y julio del 2023. Profundidades de 1m.*





**Figura N° 4.c:** Perfil de Resistividad obtenidos en Avenida Félix de La Colina y Ruta Provincial N° 25. Meses de mayo, junio y julio del 2023. Profundidades de 2m.



**Figura N° 5.a:** Perfil de Resistividad obtenidos en Avenida Félix de La Colina y Ruta Provincial N°5. Meses de mayo, junio y julio del 2023. Profundidades de 0,5m.



**Figura N° 5.b:** Perfil de Resistividad obtenidos en Avenida Félix de La Colina y Ruta Provincial N°5. Meses de mayo, junio y julio del 2023. Profundidades de 1m.



**Figura N° 5.c:** Perfil de Resistividad obtenidos en Avenida Félix de La Colina y Ruta Provincial N°5. Meses de mayo, junio y julio del 2023. Profundidades de 2m.

## Conclusiones

Se observa que en la mayoría de los puntos la resistividad a 0,5m es completamente dependiente de la composición, humedad y vegetación en el punto donde se efectúa la medición.

En los 4 primeros Km los valores de resistividad a profundidades de 1m y 2m tienden a mantenerse relativamente constantes y en general toman valores que pueden oscilar entre 200 a 400 Ohm.m.

En particular, en los puntos 5 y 11, para las tres profundidades medidas, se elevan abruptamente los valores de resistividad, es factible que esto se corresponda a la composición arenosa del suelo hasta profundidades importantes, ya que los puntos de medición indicados se encuentran próximos a lechos de ríos.

Desde el punto 6 al 10 y del 15 al 17 disminuye en gran medida la resistividad a las profundidades de 1 y 2m, esto puede suscitarse por la presencia de grandes extensiones de fincas de olivo en los laterales de la Rutas Provinciales N° 5 y 25 y al riego por goteo que estas efectúan en sus plantaciones.

Desde el punto 12 al 14 se denota una disminución abrupta en los valores de resistividad a 1m y 2m, se presume que puede estar ocasionado por posibles roturas en las cañerías principales de la red de desagües industriales que se encuentran en la zona.

## Bibliografía

Arcioni, Juan C. (Sarmiento, Jorge). (2005). PUESTAS A TIERRA Y SEGURIDAD TECNICA. Argentina. Universitas Libros. ISBN 9875720348.-

Asociación Electrotécnica Argentina. (2006). Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364. Buenos Aires, Argentina. ISBN 109506590168.-

Reyes González, C.; Cruz Granada, E. (2016). Análisis de Técnicas para medición de la Resistividad de Terreno mediante modelado (Tesis de PreGrado). Recuperado de:

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/21876/TESIS%20FINAL%20WENNER2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez, Leandro S., (2016). Modelado de Resistividad y pH de la provincia de Buenos Aires: Capitalización del conocimiento del suelo y contribución al desarrollo del sector de la protección anticorrosiva de la república argentina (Tesis Doctoral). Recuperado de: [https://institutoi4.net/wp-content/uploads/2017/07/11746\\_5622\\_2.pdf](https://institutoi4.net/wp-content/uploads/2017/07/11746_5622_2.pdf)