

Agua y Saneamientos Argentinos S. A.

Estación elevadora Devoto

1. **Objeto:** Informe técnico

2. **Asunto:** Medición del sistema de puesta a tierra, equipotencialidad del sistema y tensiones de paso y de contacto.

3. **Métodos empleados:**

3.1 - Inspección ocular

3.2 - Mediciones de resistencia de puesta a tierra

3.3 - Medición de sistema equipotencial

3.4 - Medición de tensiones de paso

3.5 - Medición de tensiones de contacto

4. **Instrumentos utilizados:**

4.1 - Eurotest MI 2086ST Metrel

4.2 - Telurímetro TES 1600

4.3 - Multímetro digital Fluke 115

4.4 - Pinza amperométrica BAW

5. **Detalle de las mediciones:**

5.1 - Resistencia de puesta a tierra

	Medición realizada	Equipo	Valor [Ω]
5.1.1	Puesta a tierra principal	Metrel	0,62
5.1.2	Barra equipotencial principal (exterior)		0,07
5.1.3	Barra equipotencial principal (interior)		0,10
5.1.4	Centro de estrella transformador		0,28
5.1.5	Área Mercedes		0,14
5.1.6	Pararrayos		1,3
5.1.7	Centro de transformación (fuera del predio)		0,53
5.1.8	Centro de transformación (dentro del predio)	TES	1,35
5.1.9	Centro de transformación (en conductor de PAT)	Metrel	0,28
5.1.10	Zona procesamiento de cloro	TES	2,29

5.2 - Tensiones de paso y de contacto

	Medición realizada	Equipo	Tensión de paso [V]	Tensión de contacto [V]	Corriente inyectada [A]
5.2.1	Centro de transformación (puerta interior)	Fluke / BAW		0,075	9
5.2.2	Centro de transformación (puerta interior)			0,105	13
5.2.3	Centro de transformación (puerta exterior)			0,244	17,36
5.2.4	Centro de transformación (vereda exterior)		0,029		9
5.2.5	Sala de bombas		0		9,5
5.2.6	Sala de bombas (BEP)			0,132	9,5
5.2.7	Sala de bombas (carcasa)			0	9,5
5.2.8	Sala de bombas (baranda)			0,024	17
5.2.9	Transformador 1			0,035	17
5.2.10	Sala de tableros (baranda)			0,053	17
5.2.11	Sala de tableros (barra de tierra MT)			0,020	17,4
5.2.12	Cloro (reja)			4,5	17,4
5.2.13	Arrancador			0,05	17,4
5.2.14	Ducha vestuario			0,03	17
5.2.15	Ducha vestuario		0,032		17

5. Informe:

El sistema principal de puesta a tierra consiste en un caño de 4", directamente enterrado en la napa de agua, la que, según lo informado, está en el orden de los 19 metros. De allí parte, tomada con abrazaderas, una pletina de cobre que se encuentra directamente enterrada -por lo cual no es observable su estado- la que se considera la barra equipotencial exterior del inmueble. Esta pletina aparece dentro de la construcción de la estación, formando la barra equipotencial principal (interior) del sistema. Se observan diferencias en las mediciones externa e interna de la barra equipotencial principal, las cuales se encuentran contempladas por las características propias del instrumento de medición y que se corresponden con IEC 61557: 2007. Cuando se miden bajas resistencias (entre 0,00 y 19,99 Ω) la resolución del equipo es de 0,01 Ω , por lo cual sus tres dígitos de error establecen el valor de 0,03 Ω , error absoluto que puede considerarse en esta medición.

La barra equipotencial principal (interior) está constituida por una pletina de cobre, que recorre estratégicamente el interior del inmueble y de la que se conectan los conductores de equipotencialidad principales del sistema. El aporte de todas las masas en la conexión equipotencial es la contribución principal a la baja resistencia del sistema. Se observan las conexiones a las bandejas portacables, la vinculación entre tramos de la misma, las uniones en las barandas, los puentes de pletinas entre las juntas aislantes del circuito principal de agua y las vinculaciones a masas extrañas, tales como ventanas, estructura y guardaguanas, las que por precaución de corrosión electrolítica se han protegido catódicamente con ánodos de sacrificio; para tal fin se ha empleado cintas de estaño (Sn⁺⁺; -0,14 V) que se sugieren verificar periódicamente en lapsos no mayores a cinco (5) años.

Existen en el predio sistemas de puesta a tierra independientes del sistema equipotencial; por un lado se tiene la puesta a tierra en el sector de procesamiento del cloro, donde se ha instalado un electrodo específico IRAM 2309, JA 14 x 1500, hincado directamente en terreno natural y conectado al motor existente en dicho sector. En este caso, por la distancia que lo separa del inmueble, no resulta necesaria la vinculación con el sistema equipotencial. El otro sistema independiente es

la protección primaria contra descargas atmosféricas; ésta consiste en una punta Franklin instalada en la torre de comunicaciones sobre la azotea del edificio. Desde allí parte un conductor desnudo de cobre recocido montado sobre aisladores en las paredes y que finaliza en un sistema de puesta a tierra en forma de "pata de ganso". La medición del sistema arrojó el valor indicado en 5.16; en este aspecto cabe destacar que las sondas de tensión y corriente presentaban alto valor de resistencia, por lo cual, y conforme a las características del MI 2086ST, la medición podía ser errónea. Por esta razón se optó medir con el telurímetro TES 1600, que no tiene esa restricción. No obstante los valores indicados por ambos instrumentos no tenían una diferencia sustancial; para intentar corroborar teóricamente los resultados podemos expresar las siguientes ecuaciones, considerando una resistividad del terreno de $15 \Omega \cdot m$ y electrodos JL 14 x 1500 (como se observaron en el lugar y suponiendo esa profundidad de hincado):

$$R_e = \frac{\rho}{2\pi L_e} \ln \left(\frac{4L_e}{a} - 1 \right) = \frac{15 \Omega m}{2\pi 1,5m} \ln \left(\frac{4 \cdot 1,5m}{0,0073m} - 1 \right) = 10,68 \Omega$$

$$R_{te} = \frac{1}{n} \left[R_e + \frac{\rho}{\pi s} \left(\frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n} \right) \right] = \frac{1}{3} \left[10,68 \Omega + \frac{15 \Omega m}{\pi \cdot 2 \cdot 1,5m} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} \right) \right] = 4,01 \Omega$$

Teniendo en cuenta la derivación de los conductores de vinculación entre electrodos:

$$R_d = \frac{\rho}{2\pi L_d} \left[\left(\ln \frac{2L_d}{\sqrt{h \cdot d}} \right) - 1 \right] = \frac{15 \Omega m}{2\pi 6m} \left[\left(\ln \frac{2 \cdot 6m}{\sqrt{0,5m \cdot 0,0082m}} \right) - 1 \right] = 2,085 \Omega$$

Finalmente, el paralelo total será:

$$R_t = \frac{R_{te} \cdot R_d}{R_{te} + R_d} = \frac{4,01 \cdot 2,085}{4,01 + 2,085} = 1,37 \Omega$$

Valor prácticamente coincidente con la medición efectuada con el telurímetro TES.

No obstante el valor de ese sistema de puesta a tierra, se recomienda efectuar la conexión equipotencial de la protección primaria contra descargas atmosféricas, tal como se indica en IEC 62305:2007 y complementarla con la adecuada selección, ubicación y coordinación de los descargadores de corriente de rayo y de sobretensión, conforme a AEA 90364:2006.

Las mediciones de tensiones de paso y de contacto fueron realizadas conforme a las prescripciones de IRAM 2281-2:2002

La coordinación entre el sistema de puesta a tierra y los dispositivos para desconexión automática de la alimentación no son objeto de este informe.

Las mediciones fueron realizadas los días 07 y 08 de agosto de 2013, a partir de las 09:30 horas, con días claros y despejados, no habiéndose registrado precipitaciones en los diez días precedentes a los señalados.

6. Conclusiones: