



UNC

Universidad Nacional de Córdoba

FACULTAD DE CIENCIA EXACTAS
FISICAS Y NATURALES

INFORME TECNICO FINAL

Práctica Supervisada

***“Protección Contra Descargas Atmosféricas
y Sistema de Puesta a Tierra de
Protección” - Coca-Cola Andina Argentina***

AUTOR: Juan José CAPITAN

TUTOR: Ing. Juan Arturo ALIPPI

SUPERVISOR EXTERNO: Ing. María de los Ángeles JUAN MARTINEZ

AGRADECIMIENTOS

Junto con este informe cierro una etapa muy importante de mi vida durante la cual me encontré con muchas personas que me apoyaron incondicionalmente, a todos ellos, compañeros, amigos y profesores les agradezco enormemente ya que hubiera sido aún más difícil cerrar este ciclo sin su apoyo.

Agradezco en especial a mis padres que se esforzaron e insistieron constantemente para lograr convertirme en un profesional.

A mis hermanos Guillermo y María Eugenia y a mi novia Raquel que constantemente me alentaron a seguir hacia adelante.

Y por último al Ing. Juan Alippi y a la Ing. María de los Ángeles Juan Martínez que dedicaron parte de su tiempo en forma desinteresada ayudando a concluir el presente informe.

¡MUCHAS GRACIAS!

RESUMEN

En el presente informe se muestran las tareas desarrolladas a lo largo de la práctica supervisada, la misma se desarrollo en Coca Cola ANDINA, bajo la modalidad PSERD (Práctica Supervisada Empleado en Relación de Dependencia), donde me desempeño como Analista dentro del área de Servicios y Mantenimiento Edificio bajo la supervisión de la Ing. María de los Ángeles Juan Martínez.

Como parte de las tareas programadas de mantenimiento edilicio de la Planta Embotelladora Montecristo, se realizaron mediciones y verificaciones sobre el sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas y Puestas a Tierra de Protección, con el objetivo de mantener el buen estado de conservación de las instalaciones existentes y verificar el cumplimiento de la normativa vigente, garantizando de esta manera los requisitos de seguridad frente a descargas atmosféricas o contactos con corrientes de defecto. Para realizar las tareas de mantenimiento antes mencionadas se contrató personal tercerizado.

El ITF se inicia con una breve descripción de la empresa Coca Cola Andina Argentina, luego se desarrolla un marco teórico que nos permitirá comprender el enfoque de la práctica supervisada y finalmente se describen los trabajos de campo y de gabinete desarrollados, analizando los resultados obtenidos.

INDICE

Contenido

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1. OBJETIVOS | 1 |
| 1.1.1. Objetivos Académicos | 1 |
| 1.1.2. Objetivos Particulares de la PS..... | 1 |
| 1.2. LA EMPRESA | 2 |
| 1.2.1. Producción y Distribución | 2 |
| 2. MARCO TEORICO..... | 4 |
| 2.1. PUESTA A TIERRA | 4 |
| 2.1.1. Definición y concepto..... | 4 |
| 2.1.2. Componentes de un sistema de puesta a tierra..... | 4 |
| 2.1.3. Objetivo de la puesta a tierra de protección..... | 5 |
| 2.1.4. Métodos de medición | 5 |
| 2.2. PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS..... | 7 |
| 2.2.1. Origen de las descargas atmosféricas..... | 7 |
| 2.2.2. Objetivos de un sistema de protección contra descargas atmosféricas.... | 8 |
| 2.2.3. Componentes de un SPCR..... | 9 |
| 3. RELEVAMIENTO..... | 11 |
| 3.1. Descripción del edificio | 11 |
| 3.2. Sistema de PAT | 13 |
| 3.3. Sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas | 14 |
| 4. CALCULOS Y MEDICIONES | 15 |
| 4.1. Cálculo de protección contra descargas atmosféricas necesaria..... | 15 |
| 4.2. Protocolo de medición de sistema de puesta a tierra..... | 19 |
| 5. ANALISIS DE RESULTADOS | 20 |
| 5.1. Sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas | 20 |
| 5.1.1. Varillas con punta captora..... | 20 |
| 5.1.2. Estructura metálica como componente natural del SPCR..... | 20 |
| 5.2. Sistema de Puesta a Tierra | 21 |
| 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 22 |
| 6.1. Sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas | 22 |

PRACTICA SUPERVISADA: INFORME TECNICO FINAL
Protección Contra Descargas Atmosféricas y Puesta a Tierra de protección
COCA COLA ANDINA ARGENTINA – Ruta Nac. N°19 KM 3,7

| | | |
|--------|---|----|
| 6.1.1. | Varillas con punta captora..... | 22 |
| 6.1.2. | Estructura metálica como componente natural del SPCR..... | 23 |
| 6.2. | Sistema de Puesta a Tierra | 24 |
| 7. | BIBLIOGRAFIA..... | 25 |
| 8. | ANEXOS..... | 26 |
| 8.1. | Anexo I: Planilla de medición de resistencias..... | 26 |
| 8.2. | Anexo II: Certificado de Calibración de Telurímetro | 36 |
| 8.3. | Anexo III: Planos..... | 38 |

1. INTRODUCCION

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivos Académicos

- Completar una formación integral, afianzando y ampliando los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera y aprender a aplicarlos en un ámbito profesional de trabajo.
- Generar y brindar un juicio crítico sobre los trabajos realizados por otras personas.
- Adquirir una experiencia teórico-práctica, que le facilite y mejore su inserción profesional, ya sea en la especialidad elegida como práctica, o en cualquiera de las ramas de la Ingeniería Civil.
- Integrarse a un grupo de trabajo conformado por profesionales y técnicos de distintas especialidades.
- Ser capaz de elaborar informes de ingeniería de nivel técnico, para defender y justificar los resultados, con base teórica.

1.1.2. Objetivos Particulares de la PS

- Documentar mediante planos e informe técnico el sistema de PAT y protecciones contra descargas atmosféricas existentes.
- Garantizar el correcto funcionamiento de las instalaciones de PAT y protecciones contra descargas atmosféricas existentes.
- Describir los métodos de medición e instrumental necesario para la medición de resistencia en PAT.
- Presentar informe con propuesta de mejoras/adecuaciones de las instalaciones de PAT y protecciones contra descargas atmosféricas para garantizar el cumplimiento de la normativa vigente.

1.2. LA EMPRESA

El grupo de empresas de Embotelladora Andina S.A. es una sociedad anónima abierta, que se dedica principalmente a la producción, distribución y comercialización de los productos de Coca-Cola a través de operaciones en Chile, Brasil y Argentina.



Andina Argentina

En 1995, Andina adquiere la franquicia de Coca-Cola para operar en Argentina en las provincias de Mendoza, San Luis, San Juan, Santa Fe y Entre Ríos. En 1996, suma la provincia de Córdoba inaugurando la Planta Montecristo en el año 1999.

En el año 2012 se inicia un proceso de fusión por absorción de ANDINA Argentina hacia Polar S.A. incluyendo así las provincias de Neuquén, La Pampa, sur de Buenos Aires, Rio Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego.

1.2.1. Producción y Distribución

Coca-Cola Andina Argentina opera 3 plantas de producción de gaseosas 1 ubicada en Córdoba con 10 líneas con una capacidad utilizada promedio de 54,3%, 1 ubicada en Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires) con 4 líneas con una capacidad utilizada promedio de 53,5% y 1 ubicada en Trelew (Provincia de Chubut) con 3 líneas con una capacidad utilizada promedio de 62,3%. Adicionalmente, la planta de Córdoba también tiene la capacidad de producir jugos para la cual cuenta con 3 líneas con una capacidad utilizada promedio de 41,7% y también cuenta con la capacidad de producir agua mineral y productos sensibles a través de 1 línea con una capacidad utilizada promedio de 26,5%. Por último en la planta de Bahía Blanca contamos con la capacidad para producir jugo a través de 2 líneas con una capacidad utilizada promedio de 91,7%.

También en la planta de Córdoba en junio de 2012 se puso en marcha una planta para el tratamiento de azúcar cruda, (de alto color y contenido de cenizas) que obtiene del orden de 400 toneladas por día de jarabe de azúcar líquido listo para ser utilizado en la elaboración de bebidas. El proceso tiene múltiples etapas y está en pleno desarrollo,

dada la complejidad de la operación, esperando alcanzar su máxima capacidad durante 2014/15. Esta innovadora integración en la cadena de valor es única en el sistema Coca-Cola.

La distribución de los productos se realiza a través de 57 empresas de transportes de terceros, con una flota de 423 camiones.

2. MARCO TEORICO

2.1. PUESTA A TIERRA

2.1.1. Definición y concepto

Se entiende por puesta a tierra la unión intencional de elementos metálicos en contacto directo con el suelo. Esta se compone esencialmente de unos electrodos (de pica o de varilla, placas o conductores en íntimo contacto con el terreno) y de una red de conductores que los conectan a las partes de la instalación que deben ser puestas a tierra.

La posibilidad de que ciertas partes de una instalación que normalmente están sin tensión, puedan quedar con una tensión con respecto de tierra por fallas de aislamiento, se debe evitar conectando todas las partes metálicas con las que pueda una persona entrar en contacto y que no debe estar normalmente con tensión.

Se entiende por tierra de protección a la puesta a tierra de toda pieza conductora que no forma parte del circuito, pero que en condiciones de falla puede quedar energizada. Si las corrientes de falla no tienen un camino para disiparse, por medio de un sistema de conexión correctamente diseñado, entonces estas encontrarán caminos no intencionados que podrían incluir a las personas.

2.1.2. Componentes de un sistema de puesta a tierra

Los elementos que forman el conjunto de una puesta a tierra podemos clasificarlos de la siguiente manera:

- Tierra: es el terreno capaz de disipar las energías que pueda recibir.
- Toma de tierra:
 - Electrodos o picas: Son las partes metálicas enterradas en contacto directo con la tierra, estos elementos también son llamados jabalinas.
 - Línea de enlace con tierra: es el conductor conectado a los electrodos.
 - Bornes de puesta a tierra: es la conexión entre la línea de enlace y los distintos conductores de protección.
 - Conductores de protección: son los conductores que unen los distintos puntos de la instalación con la línea de enlace.

2.1.3. Objetivo de la puesta a tierra de protección

El objetivo de un sistema de puesta a tierra de protección es conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficies próximas al terreno, no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o la de descarga de origen atmosférico.

2.1.4. Métodos de medición

La normativa de aplicación, Norma IRAM 2281 parte 2 “Código de Práctica para Puesta a Tierra de Sistemas Eléctricos – Guía de mediciones de magnitudes de puesta a tierra”, describe las técnicas de medición de la resistencia de dispersión a tierra resultantes de corrientes dispersadas por el suelo. Indica procedimientos de ensayo que propenden a la seguridad personal, de los bienes y a la prevención de eventuales interferencias en las instalaciones próximas al lugar de las mediciones.

Los métodos de medición de resistencia de dispersión a tierra descriptos son tres:

- Método de los dos puntos: Con este método se mide la resistencia total de la toma de tierra desconocida y de otra auxiliar. La resistencia de dispersión a tierra de la toma auxiliar se presupone despreciable en comparación con la resistencia a tierra desconocida.

Obviamente este método está sujeto a grandes errores para pequeños valores de resistencia de dispersión a tierra pero es muy útil y adecuado en los ensayos “por si o por no”, cuando ello es todo lo que se requiere.

Se supone que habrán de emplearse los electrodos existentes como electrodos auxiliares, es decir, que deben estar disponibles electrodos de referencia de muy baja resistencia (por ejemplo de 1/5 de la que se desea medir), de lo contrario debe emplearse otro método.

- Método de los tres puntos: Este método requiere el uso de dos tomas de tierra auxiliares con sus resistencias de dispersión a tierra designadas con R_2 y R_3 . La resistencia a medir se designa como R_1 . Se miden las resistencias entre cada par de tomas de tierra que se designan con R_{12} , R_{13} y R_{23} , donde $R_{12} = R_1 + R_2$, etc.

Resolviendo las ecuaciones simultáneas resulta que:

$$R_1 = \frac{R_{12} + R_{13} + R_{23}}{2}$$

Si las dos tomas de tierra auxiliares son de mayor resistencia que la toma de tierra a medir (como regla general, los electrodos adicionales no deben tener

una resistencia mayor que cinco veces la de la toma a tierra a medir), los errores en las mediciones individuales serán significativamente magnificados en el resultado final obtenido con la fórmula anterior. Para tales mediciones, los electrodos deben estar colocados a suficiente distancia entre sí. En caso contrario pueden obtenerse resultados absurdos en los cálculos, tal como un valor nulo o incluso resistencias negativas.

- Método de caída de tensión: Este método tiene varias aplicaciones y es adecuado para todos los tipos de mediciones de resistencia de puesta a tierra. El método consiste en hacer pasar una corriente por la toma de tierra a medir y por un electrodo auxiliar de corriente.

Este electrodo auxiliar de corriente debe estar fuera de la influencia de la toma de tierra a medir. Teóricamente la influencia se extiende al infinito pero en la práctica existe un límite porque ella varía inversamente con la distancia respecto de la toma de tierra a medir según una ley exponencial. La caída de tensión se mide entre la toma de tierra desconocida y un electrodo o sonda de tensión o potencial ubicado entre esa toma y el electrodo de corriente. En el caso de tomas de áreas reducidas o de simples jabalinas, la influencia se supone despreciable a unos 50 m.

El electrodo de potencial se coloca a mitad de camino entre el electrodo de corriente y la toma de tierra a medir.

En una toma de área extensa, de resistencia a tierra de baja “impedancia”, el electrodo de potencial se debe trasladar respecto de la toma a medir, en forma escalonada. En cada escalón o etapa, se anota el valor de resistencia o “impedancia”. Esta resistencia se representa como una función de la distancia entre la toma y el electrodo de potencial. El valor con el que la curva tiende a nivelarse, se toma como el valor de la resistencia de la toma de tierra que se mide.

Los requisitos de los electrodos auxiliares no son tan críticos. Los electrodos de corriente deben tener una resistencia lo suficientemente baja para permitir el paso de corriente durante la medición. La resistencia del electrodo de corriente no afecta la exactitud de los resultados cuando este electrodo está colocado fuera de la zona de influencia de la toma de tierra a medir.

2.2. PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

2.2.1. Origen de las descargas atmosféricas

El rayo es la unión violenta de las cargas positivas y negativas, constituyendo una descarga eléctrica a través de gases de baja conductividad, las descargas pueden ocurrir de nube a nube o de nube a tierra. Éstas últimas son a las que nos referiremos por ser las que provocan daños en tierra.

Usualmente las nubes están cargadas negativamente en su base y positivamente en su parte superior. Por inducción electrostática la tierra resultará positivamente cargada. Se establece así una diferencia de potencial enorme, produciéndose el rayo cuando se rompe la rigidez dieléctrica del aire. Simultáneamente con el rayo se produce la luz (relámpago) y sonido (trueno). Aproximadamente la mitad de los rayos constituyen descargas simples y la otra mitad corresponden a rayos compuestos por descargas múltiples de rápida sucesión.

Así como en la nube se forman centros de carga, algo similar ocurre en la tierra, pues hay suelos más conductores que otros, teniendo en cuenta que las cargas en la tierra se mueven según la inducción que impone la nube. Dado que la nube puede cubrir grandes extensiones terrestres, su influencia electrostática será importante. Puede haber de este modo muchos centros de carga.

El inicio de la descarga en principio es invisible, en el cual varios hilos piloto se acercan a la tierra, a modo de ramificaciones. Cuando el camino cruzado por los pilotos queda ionizado, se inicia la descarga de retorno principal, originando las descargas visibles.

En su trayectoria las descargas atmosféricas transportan corrientes eléctricas que pueden llegar como término medio a 30.000 Amperios a valores máximos superiores a los 300.000 Amperios durante millonésimas de segundo con potenciales que se han llegado a estimar en valores que sobrepasaban los 15 millones de voltios desprendiendo una energía térmica superior a los 8.000 grados.

Los efectos directos de un rayo son la destrucción física causada por el impacto de los que pueden resultar incendios. Cuando un impacto directo golpea una instalación donde hay materiales combustibles, pueden estar expuestos al rayo, al canal del rayo o al efecto de calentamiento del rayo, produciéndose importantes incendios.

Cuando cae un rayo en una instalación siempre buscará el camino a tierra de más baja impedancia y por él circulará hasta tierra. Si el conductor tiene algún equipo eléctrico conectado y es atravesado por esa corriente, muy probablemente será destruido. Si bien la caída directa del rayo es la más devastadora, también es la más improbable.

2.2.2. Objetivos de un sistema de protección contra descargas atmosféricas

Los efectos de un rayo pueden ser ocasionados por un impacto directo o por causas indirectas. También pueden alcanzar las instalaciones interiores de fábricas, hogares, comercios industrias, etc., a través de las líneas de conexión del suministro de energía eléctrica, por las líneas de conexión de teléfonos, fax, módems, televisión por cable, y también a través de la estructura metálica de los edificios, por contacto directo o por inducción, por las raíces de los árboles. Por lo cual es necesario que los equipos estén protegidos frente a todas estas posibilidades. Mientras que un impacto directo puede tener consecuencias catastróficas para las personas, edificaciones, y animales; los daños por causas indirectas suelen ser más numerosos, acompañados de cuantiosas pérdidas económicas. Se entiende como causas indirectas como la caída de rayos en las inmediaciones o sobre los tendidos aéreos o las inducciones electromagnéticas en estos conductores. No existe método alguno para evitar la formación de descargas atmosféricas. El propósito entonces es tratar de protegerse contra las descargas atmosféricas, controlando el paso de la corriente de las descargas eléctricas, y así prevenir lesiones a las personas y daños a la propiedad. La primera medida a tomar es interceptar la trayectoria del rayo y conducirlo a lo largo de un conductor de baja resistencia, con el fin de que no se recaliente y que no produzca elevados niveles de voltajes durante la descarga. Con tal fin, la instalación para protección contra rayos se debe iniciar con la colocación de un terminal aéreo de captación, de una adecuada bajante a tierra y un sistema de electrodos de puesta a tierra.

Entonces, el objetivo fundamental del sistema de protección contra descargas atmosféricas es el de brindar resguardo a una estructura contra daños físicos y lesiones a los seres vivos debido a los voltajes de toque y a los voltajes de paso.

2.2.3. Componentes de un SPCR

Captación del Rayo

Los siguientes son los sistemas utilizados en la actualidad para la protección externa contra el rayo:

- Varillas con puntas captoras: Su misión es provocar la excitación atmosférica por encima de cualquier otro punto de la estructura a proteger, para aumentar la probabilidad que la descarga incida en su zona de influencia, y derivar a tierra la corriente del rayo.
- Conductores tendidos captores: Protección formada por uno o múltiples conductores aéreos situados sobre la estructura a proteger. Los conductores se deberán unir a tierra mediante aterrizadores en cada uno de sus extremos. El área protegida vendrá dada por el área formada por el conjunto de conductores aéreos.
- Mallas de conductores captora: El sistema consiste en la recepción del rayo a través de un conjunto de puntas captadoras unidas entre sí por cable conductor, formando una malla, y derivarla a tierra mediante una red de conductores.

Es necesario hacer hincapié en la necesidad de que se obtenga la protección deseada al menor costo posible.

La descarga siempre finalizará en la tierra por cuya razón una determinada estructura siempre interceptará los “conductores bajantes” que ingresen al volumen de captación. Un estudio efectuado de manera rigurosa determinará el número de terminales aéreos que deben ser empleados, su colocación física y el grado de protección logrado.

La decisión de dotar a una estructura de un adecuado Sistema de Protección Contra el Rayo depende de factores como la probabilidad de caídas de rayo en la zona, su gravedad y consecuencias para personas, maquinaria u operatividad en empresas.

Para realizar una correcta protección debemos dotar nuestra estructura de dos sistemas de protección: protección externa contra impactos directos de rayo (pararrayos, tendido o mallas de conductores captores), y protección interna contra sobretensiones provocadas por la caída del rayo en cualquier tendido de cable (limitadores de tensión).

Tanto el sistema de protección externo como interno estarán apoyados por un buen sistema de toma de tierra, para la evacuación de las corrientes del rayo, así como una adecuada equipotencialidad entre todos los sistemas de tierra, tanto de los sistemas de protección como de los circuitos eléctricos y telefónicos del espacio a proteger.

Para la protección de estructuras y personas se hace necesaria la utilización de un Sistema de Protección Contra el Rayo, el cual debe atraer el rayo y canalizar las corrientes hacia tierra.

Entre las estructuras en las que es necesaria la instalación de un Sistema de Protección Contra el Rayo podemos citar: Edificios o zonas abiertas con concurrencia de público, depósitos de materias peligrosas, industrias, edificios del patrimonio cultural, etc.

En el presente informe, solo se tratará el sistema externo de protección contra rayos.

Conducción del Rayo

La conducción de la elevada magnitud de la potencia asociada a la descarga requiere sumo cuidado en la preparación de los componentes del sistema de descarga, su diseño y su disposición.

Los conductores convencionales son de alambres o cables de cobre, desprovistos de aislamiento. Para evitar la producción de arcos laterales generalmente es deseable tener conductores bajantes múltiples.

Los conductores bajantes deben ser colocados de manera que pasen alejados de equipos electrónicos sensibles.

Puesta a tierra

El objetivo de todo sistema de puesta a tierra es el de proveer una vía de baja impedancia para que las corrientes de falla o las que son producidas por fenómenos transitorios, como los rayos, sean descargadas a tierra.

Una puesta a tierra efectiva significa que está conectada a tierra a través de una conexión, o conexiones de suficiente baja impedancia y capacidad de conducción de corriente, para impedir los aumentos de voltaje que podrían resultar en peligros o riesgos indebidos y excesivos a personas o al equipo conectado.

3. RELEVAMIENTO

3.1. Descripción del edificio

La planta Industrial Montecristo se encuentra emplazada en la Ruta Nacional N°19 Km 3,7, el edificio está formado por un conjunto de estructuras metálicas acopladas (naves de grandes luces) y otras

estructuras independientes en los alrededores. En este conjunto de naves acopladas, funcionan las principales áreas productivas (líneas de embotellado, almacén, servicios auxiliares, etc.) y en los anexos se encuentran planta de azúcar, isla ecológica,



Foto 3.1.1 Estructura metálica nave industrial

taller de autoelevadores, expedición, sorting y oficinas administrativas (ver plano en Anexo III: Plano General de Superficies).

Todas estas estructuras están formadas por columnas y vigas metálicas de alma llena de gran sección (solo un pequeño porcentaje está formado por reticulados) y cerramientos de chapa con aislamiento térmico. La cubierta de techo está conformada por chapas engrafadas U45 de 0.70mm de espesor, y las cubiertas laterales por chapa repintada trapezoidal T101 de 0.5mm de espesor, ambas con aislante térmico de lana de vidrio de 2" con Fiol de PVC blanco soportado por malla plástica. La edificación tiene en promedio una altura de 12m y cuenta con columnas de iluminación, dos biodigestores y un silo de azúcar, todas estructuras de gran altura.

3.2. Sistema de PAT

En el presente informe solo se contemplan las PAT de protección de la estructura metálica del edificio (no se consideran PAT de canalizaciones eléctricas, soportes ni envoltura exterior de aparatos eléctricos, etc.) ya que la misma presenta un riesgo apreciable de quedar unida eléctricamente a partes bajo tensión por consecuencia de una falla.

Se relevó el sistema completo de PAT de protección, sumando un total de

406 PAT distribuidas de la siguiente manera: (ver plano de PAT en Anexos)



Foto 3.2.1 PAT en columna estructural

- Naves acopladas204 PAT
- Planta de azúcar13 PAT
- Isla ecológica5 PAT
- Taller de autoelevadores0 PAT
- Expedición0 PAT
- Sorting.....43 PAT
- Edificio administrativo, ingreso y comedor33 PAT
- Torres, columnas de iluminación y otros108 PAT

Podemos observar que del total de PAT, 108 están conectadas a torres o columnas de iluminación, etc., las restantes se encuentran conectadas a las columnas estructurales de las distintas naves de la planta, conformando así un sistema equipotenciado.

Todas las PAT de planta Montecristo están formadas por jabalina cilíndrica, constituida por un alma de acero y un recubrimiento electrolítico de cobre, hincada verticalmente en el suelo (es la más comúnmente usada por su facilidad de instalación) y cable conductor de unión (de distintas secciones según el sector) conectado a bornera con tornillo de ajuste.

3.3. Sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas

El sistema de protección contra descargas atmosféricas de Planta Montecristo consiste en 12 pararrayos (varillas con puntas captoras) distribuidos en columnas de iluminación, silo de azúcar y biodigestor de planta de tratamiento de efluentes. En las naves industriales (estructuras metálicas) se considera a la cubierta de chapa como un componente natural del dispositivo captor, la armadura metálica de la estructura (columnas) es un componente natural del sistema de conductores de bajada y finalmente se cuenta con el sistema de puesta a tierra descrito en el inciso 3.2.

4. CALCULOS Y MEDICIONES

4.1. Cálculo de protección contra descargas atmosféricas necesaria

A continuación se detalla el cálculo del tipo de protección necesaria para la Planta Montecristo de acuerdo a la Norma IRAM 2184.

Datos de Cálculo:

Ubicación geográfica: Ciudad de Córdoba.

Cantidad de tormentas eléctricas por año (según mapa isoceráunico) $Td = 40$

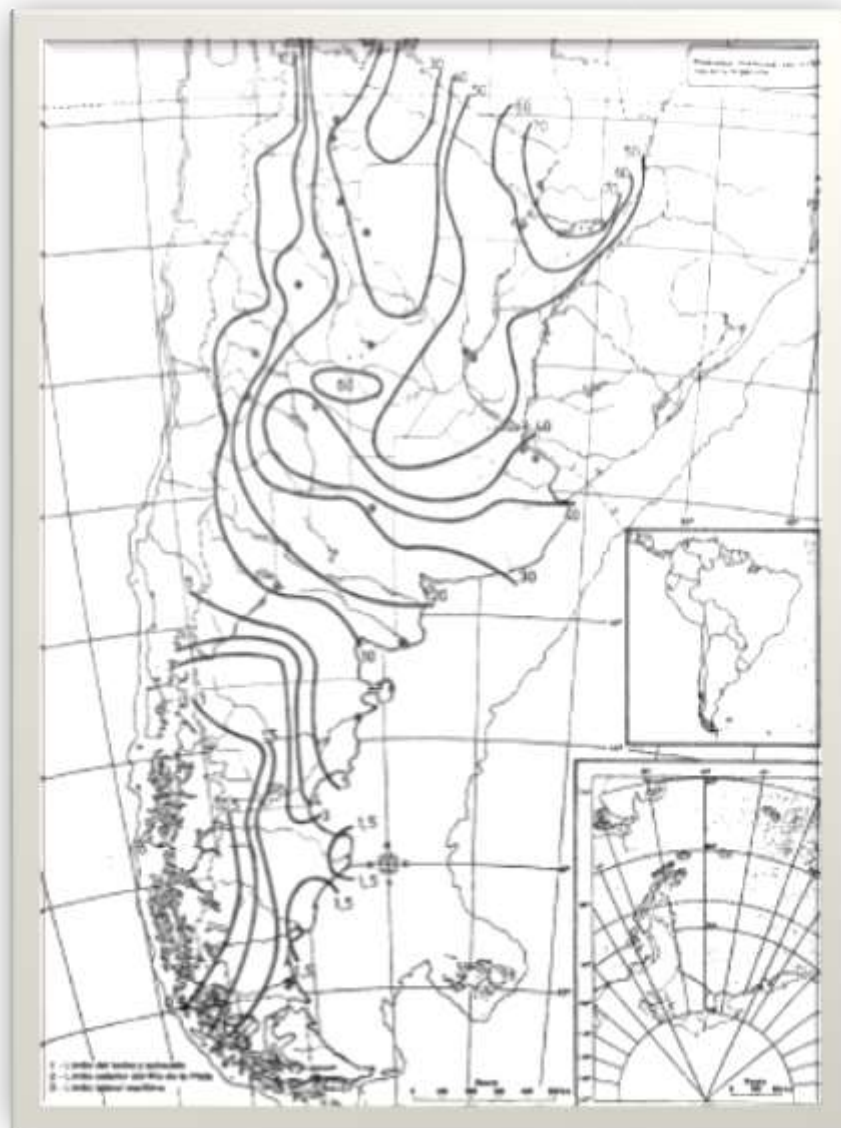


Fig. 4.1.1 Curvas de niveles isoceráunicos anuales promedios

Cálculo:

Lo primero que se calculó es el número de rayos a tierra/km² x año

$$Ng = 0.004 Td^{1,25}$$

$$Ng = 0.004 40^{1,25}$$

$$Ng = 4,023 \text{ (rayos a tierra/km}^2 \text{ x año)}$$

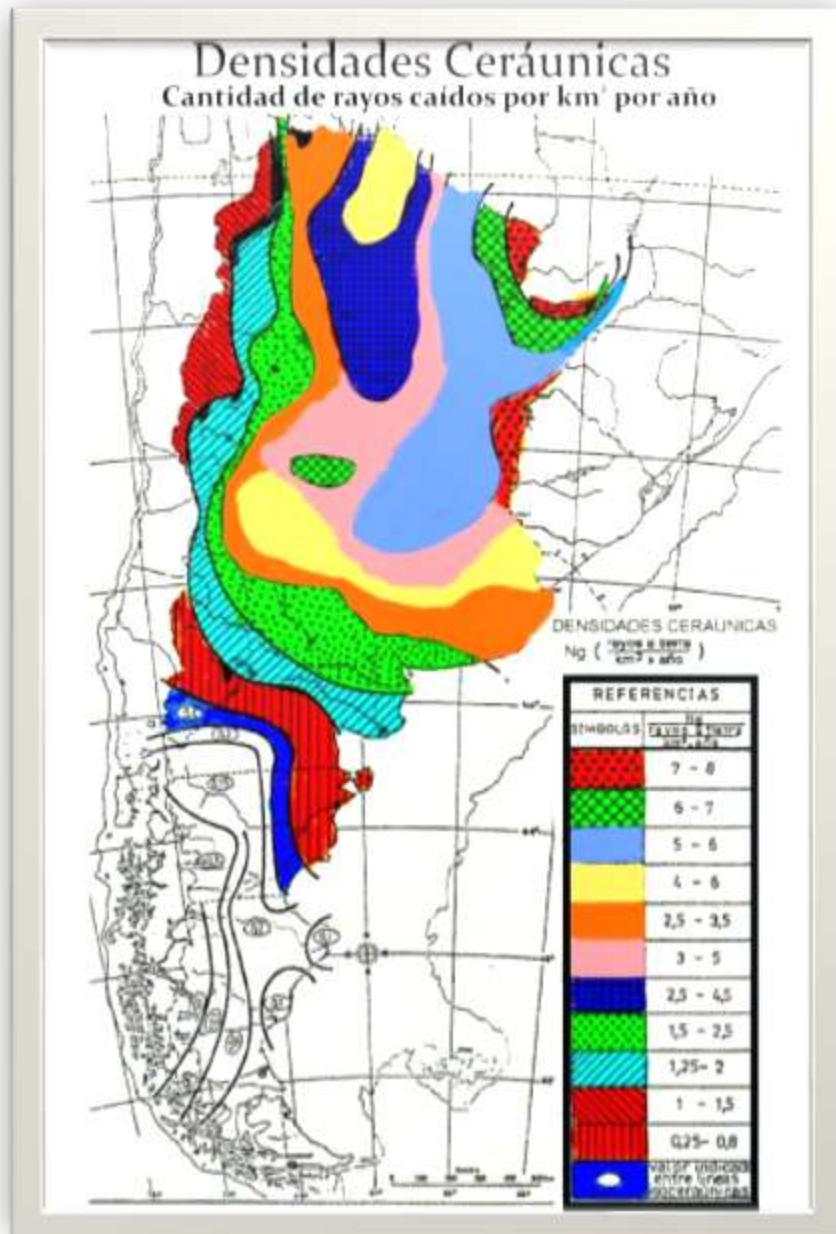


Fig. 4.1.2 Densidades ceuránicas

En función de N_g se calcula la frecuencia anual promedio de rayos directos a la estructura N_d

$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6}$$

Siendo A_e la superficie a proteger (consideramos solo la estructura principal)

$$A_e = 178.360 \text{m}^2$$

$$N_d = 4.023 \times 178.360 \times 10^{-6}$$

$$N_d = 0,717 \text{ (rayos directos/año)}$$

Pasamos ahora al cálculo de N_c o frecuencia aceptada de rayos sobre una estructura

$$N_c = \frac{5,5 \times 10^{-6}}{C}$$

Siendo C un factor de riesgo

$$C = C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5$$

| | | Techado o tejado | | |
|------------|------------|------------------|-------|------------|
| | | Metálica | Común | Inflamable |
| Estructura | Metálica | 0,5 | 1 | 2 |
| | Común | 1 | 1 | 2,5 |
| | Inflamable | 2 | 2,5 | 3 |

Tabla 4.1.1 Coeficiente de evaluación de tipo de construcción de la estructura

$C_2 = 0,5$ (tipo de construcción de la estructura: estructura y techado metálico)

| Contenido de la estructura | Coeficiente C_3 |
|---|-------------------|
| Sin valor o no inflamable | 0,5 |
| De valor común o normalmente inflamable | 1 |
| De gran valor o particularmente inflamable | 2 |
| De valor excepcional, irremplazable o muy inflamable, explosivo | 3 |

Tabla 4.1.2 Coeficiente de evaluación del contenido de la estructura

$C_3 = 1$ (contenido de la estructura: de valor común o normalmente inflamable)

| Ocupación de la estructura | Coefficiente C_4 |
|--|--------------------|
| No ocupada | 0,5 |
| Normalmente ocupada | 1 |
| De evacuación difícil o con riesgo de pánico | 3 |

Tabla 4.1.3 Coeficiente de evaluación de la ocupación de la estructura

$C_4 = 1$ (ocupación de la estructura: normalmente ocupada)

| Consecuencias de un impacto de rayo | Coefficiente C_5 |
|---|--------------------|
| Sin necesidad de continuidad en el servicio y con alguna consecuencia sobre el entorno | 1 |
| Con necesidad de continuidad en el servicio y con algunas consecuencias para el entorno | 5 |
| Con varias consecuencias para el entorno | 10 |

Tabla 4.1.4 Coeficiente de evaluación de las consecuencias de un impacto de rayo sobre el entorno

$C_5 = 5$ (consecuencia de un impacto de rayo sobre el entorno: con necesidad de continuidad y con algunas consecuencias para el entorno)

$$C = 0,5 \times 1 \times 1 \times 5 = 2,5$$

$$N_c = \frac{5,5 \times 10^{-6}}{2,5} = 0,0000022$$

Al ser $N_d \leq N_c$ se deberá prever un **spcr** de eficiencia E_c

$$E_c = 1 - (N_c/N_d)$$

$$E_c = 0,99 \text{ (eficiencia necesaria del sistema 99\%)}$$

Con lo cual debemos garantizar un sistema de protección contra descargas atmosféricas clase I.

4.2. Protocolo de medición de sistema de puesta a tierra

La medición se realizó el día 15 de octubre de 2014 con Telurímetro HEPTA-INSTRUMENTS/CEM HDT-15300 (DT 5300) N° de serie: 08033460; Certificado N°: INTI40625; Fecha de certificación de calibración: 25 de junio de 2014.

Elementos utilizados: tierra/sonda/electrodo auxiliar.

Se utilizaron dos métodos de medición dependiendo de la ubicación de las

distintas PAT; el método de los tres puntos se aplicó en PAT interiores, donde no era posible utilizar electrodos auxiliares y en el resto se utilizó el método de la caída de tensión, ambos métodos fueron descriptos en el inciso 2.1.4.



Foto 4.2.1 Telurímetro

Condiciones meteorológicas:

- Temperatura: 28°C
- Humedad Relativa: 56%
- Presión Atmosférica: 1.000 hPa

(Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Fuerza Aérea Argentina Córdoba, para la Ciudad de Córdoba, Argentina, para el día 15/10/14)

Se realizaron dos mediciones por cada PAT:

1. Medición de resistencia de electrodo de dispersión a tierra desconectado del sistema de PAT.
2. Medición de resistencia de electrodo de dispersión a tierra conectado al sistema de PAT.

Se controlaron conexiones, estado general de jabalinas y elementos componentes del sistema.

Los valores de resistividad obtenidos en cada PAT se detallan en el Anexo I, donde podemos ver un valor de resistencia conectado al sistema y un valor de resistencia desconectado del sistema para cada PAT.

5. ANALISIS DE RESULTADOS

5.1. Sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas

Encontramos dos SPCR bien definidos en planta Montecristo, el primero es el que se ubica sobre torres de iluminación, biodigestor y silo de azúcar, que consiste en varillas con punta captora (sistemas aislados) y el segundo es el utilizado en naves industriales, utilizando la estructura como elemento captor y conductor del rayo descargando a tierra a través de las distintas PAT del edificio.

Analizaremos por separado los resultados obtenidos en los dos sistemas utilizados.

5.1.1. Varillas con punta captora

Los pararrayos formados por varillas con puntas captoras, ubicados en columnas de iluminación, biodigestor y silo de azúcar tienen como objetivo proteger solamente a dichas estructuras, por lo tanto, el campo de protección es suficiente y queda garantizado un sistema de protección de clase I con un ángulo de protección de 25°. Se utiliza en estos casos la estructura de hierro como elemento natural del sistema de bajada conductora del rayo y se dispone en la base de cada columna de una o varias jabalinas de PAT dependiendo de cada caso. En algunas columnas se miden resistencias elevadas (por encima de los 40 Ohm), por lo cual se recomienda mejorar el suelo o agregar jabalinas hasta obtener resistencias aceptables.

5.1.2. Estructura metálica como componente natural del SPCR

Analizaremos por separado los tres elementos de la estructura metálica que conforman el SPCR.

1. Dispositivo captor: La probabilidad de que un rayo penetre en el espacio a proteger se reduce considerablemente con la presencia de un dispositivo captor diseñado adecuadamente, en este caso, se utilizan las chapas metálicas de la cubierta de techo que abarca toda la superficie a proteger, como componente natural del dispositivo captor, verificando continuidad eléctrica de las distintas partes realizadas en forma duradera, el espesor de las chapas no es menor a 0.5mm considerando que no es importante protegerlas de perforaciones ni existe riesgo de inflamación de materiales combustibles, no están recubiertas de material aislante y no existen materiales por encima que

queden excluidos de protección.

2. Conductores de bajadas: se utiliza la estructura metálica (columnas estructurales vinculadas entre sí por correas metálicas) como componente natural del conjunto de conductores de bajada, reduciendo así el riesgo de aparición de chispas peligrosas, ya que existen varias trayectorias en paralelo para la corriente, y la longitud de estas trayectorias se reducen al mínimo, de esta forma, los conductores de bajada son una prolongación directa de los conductores del dispositivo captor.
3. Sistema de puesta a tierra: Desde el punto de vista de la protección contra el rayo, la mejor solución es un único sistema de puesta a tierra integrado en la estructura y previsto para todos los fines, en la estructura metálica del edificio contamos con PAT en las columnas principales, tal como se menciona en el inciso 3.2.

5.2. Sistema de Puesta a Tierra

Las Puestas a tierra de protección a las que se hace referencia en el presente informe corresponden solo a la estructura del edificio. Podemos observar en la planilla de mediciones de resistencia que de las 406 PAT tenemos 262 con valores por debajo de los 5 Ohm; 33 PAT con valores de resistencia entre 5 y 10 Ohm; 22 PAT con valores de resistencia entre 10 y 40 Ohm; solo 11 PAT con valores de resistencia superiores a 40 Ohm y 78 PAT sin datos de medición (medición con jabalina conectada al sistema) por encontrarse sin morseto, sin jabalina, etc.

En conclusión, podemos afirmar que el sistema de PAT de protección de la estructura metálica del edificio se encuentra en condiciones aceptables pudiendo mejorarse en algunos aspectos que se describirán en el inciso 6.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas

De acuerdo al relevamiento y los resultados de las mediciones realizadas, podemos afirmar que la Planta Industrial Montecristo se encuentra cubierta frente a posibles descargas atmosféricas en gran parte de su superficie, quedando sin dicha protección los sectores de Taller de Autoelevadores, Expedición y nuevo Sorting.

A continuación se describen las conclusiones y se realizan recomendaciones sobre cada uno de los SPCR descritos anteriormente.

6.1.1. Varillas con punta captora

Como ya mencionamos en el inciso 5.1.1, las varillas con puntas captoras se instalaron en torres y columnas de iluminación con el fin de proteger dichas estructuras (sistemas aislados), al contar con una varilla por torre, podemos garantizar un SPCR de clase I ya que las torres y columnas quedan dentro del



Foto 6.1.1 Torre iluminación Playa PAT 307

espacio protegido aplicando el método del ángulo de protección, cuentan con una bajada por torre (se utiliza la estructura como bajada natural) y se disponen de dos o más jabalinas de 2.5m de longitud por cada bajada.

Se recomienda agregar jabalinas o mejorar el suelo en las torres de playa de camiones (PAT 322) y playa de envases (PAT 023) ya que se detectan valores de resistencias elevados cuando se miden las jabalinas desconectadas del sistema.

6.1.2. Estructura metálica como componente natural del SPCR

Como principal recomendación en este ítem, debemos incluir la instalación de un SPCR clase I en los sectores de Taller de Autoelevadores, nuevo Sorting y expedición, que actualmente no cuentan con ninguna protección de este tipo.

Respecto al resto de las estructuras metálicas del edificio que si cuentan con SPCR, podemos afirmar que el mismo cumple con los requisitos de una protección clase I, de acuerdo con

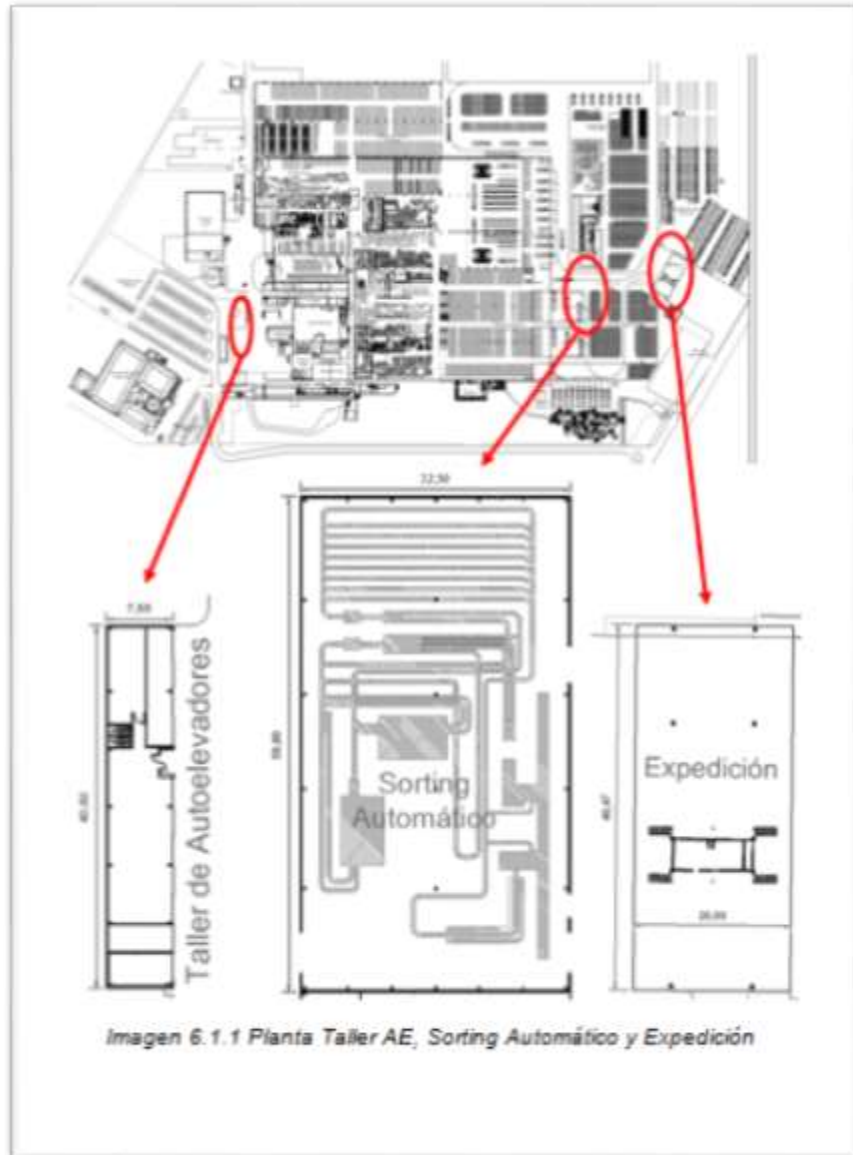


Imagen 6.1.1 Planta Taller AE, Sorting Automático y Expedición

la necesidad que surgen de los cálculos del inciso 4.1.

El área de cobertura de este SPCR abarca el total de la superficie a proteger ya que se utiliza la cubierta metálica como elemento captor, en este punto es importante remarcar que si bien el espesor de las chapas nos permite utilizarlas como elemento captor, es posible que se generen perforaciones y puntos calientes, consideraciones que se desestimaron ya que no existe riesgo de inflamación de materiales combustibles, en caso de cambiar el destino de los depósitos se deberá considerar

este punto y adecuar la instalación para mantener una protección clase I en el caso que corresponda.

El sistema de bajadas está garantizado por la armadura metálica de la estructura y la descarga a tierra por jabalinas conectadas a las columnas estructurales, cumpliendo cada uno de estos elementos cumplen con las dimensiones mínimas según Norma IRAM 2184-1 Primera Edición 1996-11 para los SPCR clase I.

6.2. Sistema de Puesta a Tierra

De acuerdo a los valores obtenidos en la tabla de mediciones de resistencias, podemos observar que algunas PAT arrojaron mediciones elevadas, por lo cual se recomienda reemplazar la jabalina o mejorar el suelo hasta obtener valores aceptables según normativa.

Otro punto importante que se observó en el sistema de PAT es el estado de los elementos componentes, debemos garantizar que todos estén en buen estado para asegurar que son capaces de realizar las funciones para los que están destinados y no presentar corrosión. Se recomienda colocar elementos faltantes como terminales, cables y tapas de cámaras de inspección.

Se observó en muchas de las PAT, especialmente en las ubicadas en pisos de hormigón interiores, la ausencia de cámaras de inspección, dejando al descubierto las uniones de jabalinas con las líneas de enlace susceptibles a recibir agresiones físicas y químicas que pueden poner en riesgo su correcto funcionamiento.



Foto 6.2.1 PAT 68 sin tapa



Foto 6.2.2 PAT 187 interior sin caja de inspección



Foto 6.2.3 PAT 131 sin morseto

7. BIBLIOGRAFIA

IRAM 2184-1:1996 – Protección de las estructuras contra las descargas atmosféricas.
Parte 1: Principios generales.

IRAM 2281-1:1996 – Puesta a tierra de sistemas eléctricos, Consideraciones
generales.

IRAM 2281-2:1986 – Puesta a tierra de sistemas eléctricos, Guía de mediciones de
magnitudes de puesta a tierra.

IRAM 2281-3:2014 – Puesta a tierra de sistemas eléctricos, Instalaciones industriales y
domiciliarias.

Carlos Alberto Avendaño, Henry Felipe Ibáñez Olaya – La puesta a tierra como
elemento de seguridad personal.

Ing. Carlos Martony–Protección de edificios y estructuras de las descargas eléctricas
atmosféricas.

Departamento Técnico de CAMBRE I.C. y F.S.A. - Manual técnico de seguridad
eléctrica.

8. ANEXOS

8.1. Anexo I: Planilla de medición de resistencias

| MEDICION DE RESISTENCIAS | | | |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| PAT NUMERO | Conectado Ω (ohm) | Desconectado Ω (ohm) | OBSERVACIONES |
| 1 | 0,83 | 28,3 | |
| 2 | 1,06 | 26,3 | |
| 3 | 0,9 | 27,3 | |
| 4 | 0,84 | 119,4 | |
| 5 | 0,65 | 4,57 | |
| 6 | 0,7 | 32,7 | |
| 7 | 1,21 | 42,3 | |
| 8 | 1,29 | 29,3 | |
| 9 | 2,02 | 39,1 | |
| 10 | 1,05 | 146,5 | |
| 11 | S/D | S/D | Sin jabalina |
| 12 | 1,02 | 84,32 | |
| 13 | S/D | S/D | Sin jabalina |
| 14 | 0,81 | 23,5 | |
| 15 | 0,69 | 21,3 | |
| 16 | S/D | 21,9 | Sin Terminal |
| 17 | 2,7 | 49,3 | |
| 18 | 1,13 | 84,1 | |
| 19 | 2,86 | 80,6 | |
| 20 | 0,79 | 29,6 | |
| 21 | S/D | 39,1 | Sin terminal |
| 22 | S/D | 41 | Sin terminal |
| 23 | 2,33 | 368 | |
| 24 | 0,99 | 31,4 | |
| 25 | 0,81 | 3,64 | |
| 26 | 0,88 | 20,8 | |
| 27 | S/D | 23,4 | Sin cable |
| 28 | 0,95 | 25,3 | |
| 29 | 6,26 | 8,7 | |
| 30 | 0,5 | S/D | |
| 31 | S/D | 14,02 | Sin terminal |
| 32 | 1,73 | 6,2 | Cámara de inspección deteriorada |
| 33 | 1,3 | 1,34 | Cámara de inspección deteriorada |
| 34 | 0,48 | 0,49 | |
| 35 | S/D | S/D | Sin Jabalina |
| 36 | 60,6 | 101,9 | |
| 37 | S/D | S/D | Sin Jabalina |
| 38 | 9,93 | S/D | |
| 39 | 28,63 | 41,6 | |
| 40 | 4,32 | 11,42 | |
| 41 | 1,86 | 14,17 | |
| 42 | 0,95 | 2,97 | |
| 43 | 1,06 | 51,1 | |
| 44 | 1,6 | 50,2 | |
| 45 | 1,2 | 33,2 | |

PRACTICA SUPERVISADA: INFORME TECNICO FINAL
 Protección Contra Descargas Atmosféricas y Puesta a Tierra de protección
 COCA COLA ANDINA ARGENTINA – Ruta Nac. N°19 KM 3,7

| MEDICION DE RESISTENCIAS (continuación) | | | |
|--|--|---|-------------------------------|
| PAT NUMERO | Conectado Ω (ohm) | Desconectado Ω (ohm) | OBSERVACIONES |
| 46 | S/D | 12,93 | Sin terminal |
| 47 | 8,32 | 8,36 | |
| 48 | S/D | 30,2 | Sin cable |
| 49 | S/D | 19,37 | Sin cable |
| 50 | S/D | 1,98 | Sin cable |
| 51 | S/D | 15,2 | Sin cable |
| 52 | S/D | 9,98 | Sin cable |
| 53 | 0,4 | 10,7 | |
| 54 | 0,97 | S/D | Jabalina enterrada |
| 55 | 0,7 | 71 | |
| 56 | 5,44 | 11,84 | Cámara de inspección sin tapa |
| 57 | 6,84 | 29 | Cámara de inspección sin tapa |
| 58 | 7,3 | 35 | |
| 59 | 9,3 | 30,9 | Cámara de inspección sin tapa |
| 60 | 2,48 | 35,4 | |
| 61 | 0,52 | 12,62 | |
| 62 | 0,38 | 0,5 | |
| 63 | 18,39 | S/D | Jabalina enterrada |
| 64 | 15,87 | 16 | |
| 65 | 2,74 | 95,5 | |
| 66 | 4,2 | 5,54 | |
| 67 | 8,51 | 10,16 | |
| 68 | 4,76 | 17,64 | Cámara de inspección sin tapa |
| 69 | 5,75 | 9,71 | |
| 70 | 5,85 | 53,5 | Cámara de inspección sin tapa |
| 71 | 6,7 | 7,2 | Jabalina enterrada |
| 72 | 0,62 | 0,62 | Cámara de inspección sin tapa |
| 73 | 0,65 | 0,68 | |
| 74 | 0,6 | 0,72 | |
| 75 | 0,27 | 2,72 | |
| 76 | 0,74 | 0,96 | |
| 77 | 0,56 | 0,64 | |
| 78 | S/D | 299 | Sin cable |
| 79 | 0,69 | 0,7 | |
| 80 | 0,65 | 0,65 | |
| 81 | 0,46 | 2,65 | |
| 82 | 1,66 | 39,4 | |
| 83 | 5,75 | 8,33 | |
| 84 | 9,95 | 16,56 | |
| 85 | 21,4 | 23,8 | |
| 86 | S/D | S/D | Sin jabalina |
| 87 | 7,82 | 17,06 | |
| 88 | 5,45 | 16,05 | Cámara de inspección sin tapa |
| 89 | 0,95 | 1,32 | |

PRACTICA SUPERVISADA: INFORME TECNICO FINAL
 Protección Contra Descargas Atmosféricas y Puesta a Tierra de protección
 COCA COLA ANDINA ARGENTINA – Ruta Nac. N°19 KM 3,7

| MEDICION DE RESISTENCIAS (continuación) | | | |
|--|--|---|---|
| PAT NUMERO | Conectado Ω (ohm) | Desconectado Ω (ohm) | OBSERVACIONES |
| 90 | 0,48 | 1,61 | |
| 91 | 0,77 | 0,79 | |
| 92 | 11,5 | 47 | |
| 93 | S/D | 0,11 | Sin terminal |
| 94 | 0,1 | 0,9 | |
| 95 | 0,09 | 0,16 | |
| 96 | 0,18 | 0,22 | |
| 97 | 0,24 | 0,35 | |
| 98 | 0,2 | 0,25 | |
| 99 | S/D | S/D | Sin acceso |
| 100 | 500 | 535 | |
| 101 | 193,1 | 497 | |
| 102 | 2,47 | 66,9 | |
| 103 | 1,93 | 12,06 | |
| 104 | 1,56 | 17,36 | |
| 105 | 5,81 | 15,36 | |
| 106 | 58,7 | 68,4 | |
| 107 | 10,42 | 27,5 | |
| 108 | 27,1 | 38,42 | |
| 109 | 80,6 | 81 | |
| 110 | 30,6 | 59,2 | Cámara de inspección sin tapa |
| 111 | 19,2 | 31,1 | |
| 112 | 11,18 | 53,9 | |
| 113 | S/D | S/D | Sin terminal/jabalina sin acceso |
| 114 | 1,34 | S/D | Dificultad para desconectar del sistema |
| 115 | 1,34 | S/D | Dificultad para desconectar del sistema |
| 116 | 1,34 | S/D | Dificultad para desconectar del sistema |
| 117 | 1,34 | S/D | Dificultad para desconectar del sistema |
| 118 | 1,34 | S/D | Dificultad para desconectar del sistema |
| 119 | 1,34 | S/D | Dificultad para desconectar del sistema |
| 120 | 1,34 | S/D | Dificultad para desconectar del sistema |
| 121 | 18,23 | 362 | |
| 122 | 115,4 | 120 | |
| 123 | 39,4 | 511 | |
| 124 | 19,48 | 51,6 | |
| 125 | 0,85 | 5,38 | |
| 126 | 1,35 | 5,1 | |
| 127 | 1,35 | 4,99 | |
| 128 | 1,34 | 2,05 | |
| 129 | 1,38 | 5,92 | |
| 130 | 0,88 | 21,3 | |
| 131 | 0,9 | 16,98 | Sin Morseto |
| 132 | 0,75 | 21,5 | |
| 133 | 0,95 | 19,3 | |

PRACTICA SUPERVISADA: INFORME TECNICO FINAL
 Protección Contra Descargas Atmosféricas y Puesta a Tierra de protección
 COCA COLA ANDINA ARGENTINA – Ruta Nac. N°19 KM 3,7

| MEDICION DE RESISTENCIAS (continuación) | | | |
|--|--|---|-------------------------------|
| PAT NUMERO | Conectado Ω (ohm) | Desconectado Ω (ohm) | OBSERVACIONES |
| 134 | 0,87 | 22,4 | |
| 135 | S/D | S/D | Jabalina inaccesible |
| 136 | S/D | S/D | Sin jabalina |
| 137 | 0,88 | 2,7 | |
| 138 | 1,36 | 29,81 | |
| 139 | S/D | 27,75 | Sin terminal |
| 140 | 5,32 | 30,53 | |
| 141 | S/D | 27,53 | Sin terminal |
| 142 | 54,9 | 73,5 | Cámara de inspección sin tapa |
| 143 | 2,13 | 18,06 | |
| 144 | 2,2 | 18,06 | |
| 145 | 0,95 | 10,9 | |
| 146 | 0,93 | 23,5 | |
| 147 | 0,95 | 20,9 | |
| 148 | S/D | 25,6 | Sin cable |
| 149 | 0,89 | 20,9 | |
| 150 | 0,9 | 23,9 | |
| 151 | S/D | 22,9 | Sin terminal |
| 152 | 0,98 | 15,6 | |
| 153 | 0,98 | 19,2 | |
| 154 | 0,99 | 18,56 | |
| 155 | 0,95 | 25,21 | |
| 156 | 0,82 | 16,39 | |
| 157 | 1,38 | 18,23 | |
| 158 | 1,37 | 15,43 | |
| 159 | 1,45 | 12,45 | |
| 160 | 0,7 | 12,6 | |
| 161 | 0,16 | 21 | |
| 162 | 0,41 | 20,5 | |
| 163 | 0,53 | 22,7 | |
| 164 | 0,62 | 11,15 | |
| 165 | 1,28 | 13,9 | |
| 166 | S/D | 24,1 | Sin terminal |
| 167 | 1 | 26,8 | |
| 168 | 0,81 | 35,4 | |
| 169 | 0,57 | 9,53 | |
| 170 | 0,79 | 20,95 | |
| 171 | 0,31 | 19,35 | |
| 172 | 0,92 | 14,2 | |
| 173 | S/D | S/D | Sin jabalina |
| 174 | S/D | 22,1 | Sin cable |
| 175 | 1,45 | 12,11 | |
| 176 | S/D | S/D | Sin jabalina |
| 177 | 4,6 | 12,42 | |

PRACTICA SUPERVISADA: INFORME TECNICO FINAL
 Protección Contra Descargas Atmosféricas y Puesta a Tierra de protección
 COCA COLA ANDINA ARGENTINA – Ruta Nac. N°19 KM 3,7

| MEDICION DE RESISTENCIAS (continuación) | | | |
|--|--|---|---|
| PAT NUMERO | Conectado Ω (ohm) | Desconectado Ω (ohm) | OBSERVACIONES |
| 178 | 4,4 | 9,7 | |
| 179 | 1,01 | 11,52 | |
| 180 | 1,18 | 15,54 | |
| 181 | 1,5 | 13,95 | |
| 182 | 0,85 | 18,23 | |
| 183 | 1,54 | 10,82 | |
| 184 | 1,51 | 14,45 | |
| 185 | S/D | S/D | Sin jabalina |
| 186 | 1,3 | 23,2 | |
| 187 | 1,53 | 11,38 | |
| 188 | 1,51 | 9,3 | |
| 189 | 1,53 | 10,59 | |
| 190 | S/D | S/D | Sin jabalina |
| 191 | 1,52 | 10,49 | |
| 192 | 2,51 | 30,3 | |
| 193 | 0,9 | 22,13 | |
| 194 | 0,95 | 20,31 | |
| 195 | 1,35 | 9,16 | |
| 196 | 5,23 | 29,1 | |
| 197 | 3,65 | S/D | Dificultad para desconectar del sistema |
| 198 | 8,7 | S/D | Dificultad para desconectar del sistema |
| 199 | 0,98 | S/D | Dificultad para desconectar del sistema |
| 200 | S/D | 23,4 | Sin terminal |
| 201 | 0,73 | 10,25 | |
| 202 | 0,69 | 12,13 | |
| 203 | 4,1 | 17 | |
| 204 | 0,68 | 9,16 | |
| 205 | 1,01 | S/D | Jabalina enterrada |
| 206 | S/D | S/D | Sin cable/jabalina enterrada |
| 207 | 0,69 | 18,1 | |
| 208 | 0,72 | 9,5 | |
| 209 | 0,7 | 10,73 | |
| 210 | 0,68 | 13,23 | |
| 211 | 0,8 | 19,96 | |
| 212 | 0,88 | 19,17 | |
| 213 | 1,26 | 24,3 | |
| 214 | 1,09 | 13,25 | |
| 215 | 1,26 | 19,14 | |
| 216 | 0,9 | 22,1 | |
| 217 | S/D | S/D | Sin jabalina |
| 218 | S/D | 12,57 | Sin terminal |
| 219 | 8,95 | 15,38 | |
| 220 | 8,63 | 15,2 | |
| 221 | 8,21 | 13,45 | |

PRACTICA SUPERVISADA: INFORME TECNICO FINAL
 Protección Contra Descargas Atmosféricas y Puesta a Tierra de protección
 COCA COLA ANDINA ARGENTINA – Ruta Nac. N°19 KM 3,7

| MEDICION DE RESISTENCIAS (continuación) | | | |
|--|--|---|--|
| PAT NUMERO | Conectado Ω (ohm) | Desconectado Ω (ohm) | OBSERVACIONES |
| 222 | 2,09 | 11,58 | |
| 223 | 4,81 | 13,6 | |
| 224 | 0,61 | 11,4 | |
| 225 | 0,64 | 24,7 | |
| 226 | 0,66 | 15,18 | |
| 227 | 0,75 | 14,72 | |
| 228 | 0,64 | 17,97 | |
| 229 | 0,98 | 20,6 | |
| 230 | 0,89 | 21,33 | |
| 231 | 0,9 | 26,1 | |
| 232 | 1,25 | 23,52 | |
| 233 | 0,38 | 9,5 | |
| 234 | 1,98 | 25,1 | |
| 235 | 1,7 | S/D | Dificultad para desconectar del sistema |
| 236 | S/D | S/D | Jabalina inaccesible |
| 237 | 0,43 | 10,9 | |
| 238 | 2,45 | 22,56 | |
| 239 | 1,38 | 20,63 | |
| 240 | 0,95 | 18,07 | |
| 241 | S/D | 17,9 | Sin cable |
| 242 | 0,95 | 19,33 | |
| 243 | 1,12 | 17,83 | |
| 244 | 10,5 | 17,9 | |
| 245 | 13,77 | 19,05 | |
| 246 | S/D | S/D | Inaccesible |
| 247 | 0,86 | S/D | Terminal dañado |
| 248 | 0,82 | 10,06 | Terminal dañado |
| 249 | 0,82 | 10,5 | Terminal dañado |
| 250 | 40,8 | 50,3 | Terminal dañado |
| 251 | S/D | 22,5 | Terminal dañado |
| 252 | S/D | S/D | Jabalina inaccesible |
| 253 | S/D | S/D | Jabalina inaccesible |
| 255 | S/D | 22,6 | Sin terminal |
| 256 | S/D | 36,6 | Sin terminal |
| 257 | S/D | 44,4 | Sin terminal/sin cable |
| 258 | 0,81 | 35,4 | |
| 259 | 12,8 | 20,36 | |
| 260 | S/D | 25,4 | Sin terminal/cámara de inspección sin tapa |
| 261 | S/D | 41,2 | Sin terminal |
| 262 | 14,62 | 23,21 | Cámara de inspección sin tapa |
| 263 | 28,9 | 40,51 | |
| 264 | 6,65 | 18,67 | |
| 265 | 11,68 | 15,13 | |
| 266 | 7,68 | 15,93 | |

PRACTICA SUPERVISADA: INFORME TECNICO FINAL
 Protección Contra Descargas Atmosféricas y Puesta a Tierra de protección
 COCA COLA ANDINA ARGENTINA – Ruta Nac. N°19 KM 3,7

| MEDICION DE RESISTENCIAS (continuación) | | | |
|--|--|---|-------------------------------|
| PAT NUMERO | Conectado Ω (ohm) | Desconectado Ω (ohm) | OBSERVACIONES |
| 267 | 0,83 | 12,29 | Cámara de inspección sin tapa |
| 268 | 2,28 | 10,35 | Cámara de inspección sin tapa |
| 269 | 0,6 | 21,3 | |
| 270 | 0,58 | 11,75 | |
| 271 | 3,38 | 23,4 | |
| 272 | S/D | S/D | Jabalina inaccesible |
| 273 | 0,4 | 0,4 | |
| 274 | S/D | S/D | Jabalina inaccesible |
| 275 | 0,9 | 25,2 | |
| 276 | S/D | S/D | Jabalina inaccesible |
| 278 | 0,95 | 19,59 | |
| 279 | 0,95 | 15,32 | |
| 280 | 0,91 | 25,3 | |
| 281 | 1,53 | 26,3 | |
| 282 | 1,03 | 15,9 | |
| 283 | 0,93 | 14,2 | |
| 284 | 2,3 | 17 | |
| 285 | 1,52 | 13,23 | |
| 286 | S/D | S/D | Jabalina inaccesible |
| 287 | S/D | 11,3 | Jabalina inaccesible |
| 288 | 0,77 | 21,8 | |
| 289 | 1,14 | 12,94 | |
| 290 | 1,02 | 18,36 | |
| 291 | 0,91 | 1,2 | |
| 292 | 0,92 | 18,3 | |
| 293 | S/D | 27,5 | Sin terminal |
| 294 | S/D | 15,51 | Sin terminal |
| 295 | 0,72 | 23,3 | |
| 296 | 0,73 | 19,25 | |
| 297 | 1,26 | 17,45 | |
| 298 | S/D | 32,1 | Sin terminal |
| 299 | S/D | 27,6 | Sin terminal |
| 300 | 0,3 | 7,7 | |
| 301 | S/D | 34,6 | Sin terminal |
| 302 | 0,7 | 25,3 | |
| 303 | 0,8 | 65,2 | |
| 304 | S/D | 32,6 | Sin cable |
| 305 | 0,8 | 5,7 | |
| 306 | 4,7 | 23,5 | |
| 307 | 8,8 | 68,1 | |
| 308 | 8,06 | 16,43 | |
| 309 | 6,53 | 21,9 | |
| 310 | 6,27 | 22,8 | |
| 311 | 3,99 | 33 | |

PRACTICA SUPERVISADA: INFORME TECNICO FINAL
 Protección Contra Descargas Atmosféricas y Puesta a Tierra de protección
 COCA COLA ANDINA ARGENTINA – Ruta Nac. N°19 KM 3,7

| MEDICION DE RESISTENCIAS (continuación) | | | |
|---|-----------------------------|--------------------------------|--|
| PAT NUMERO | Conectado Ω (ohm) | Desconectado Ω (ohm) | OBSERVACIONES |
| 312 | S/D | 25,1 | Sin terminal |
| 313 | S/D | 26,8 | Sin terminal |
| 314 | 22,9 | 23,3 | |
| 315 | S/D | 29,7 | Sin cable |
| 316 | S/D | 20,7 | Sin cable |
| 317 | 14,16 | 15,4 | |
| 318 | 9,88 | 29,7 | |
| 319 | 0,98 | 23 | |
| 320 | 0,68 | 34,5 | |
| 321 | 1,79 | 40,3 | |
| 322 | 8,71 | 56,3 | |
| 323 | 80 | 121,2 | Jabalina enterrada/cámara de inspección sin tapa |
| 324 | 75 | 110,3 | Jabalina enterrada/cámara de inspección sin tapa |
| 325 | 4,39 | 13,59 | |
| 326 | 0,8 | 6,4 | |
| 327 | 1,66 | 40,6 | |
| 328 | S/D | 30,2 | Sin terminal |
| 329 | 6,2 | 16,6 | |
| 330 | S/D | 25,6 | Sin terminal |
| 331 | 1,16 | 15,6 | |
| 332 | 0,94 | 17,6 | |
| 333 | S/D | 28,2 | Sin terminal |
| 334 | 2,85 | 43,8 | Terminal dañado |
| 335 | S/D | 48,2 | Sin cable/sin terminal |
| 336 | S/D | 35,9 | Sin cable/sin terminal |
| 337 | 214 | S/D | Jabalina inaccesible |
| 338 | S/D | 26,3 | Sin terminal/jabalina enterrada |
| 339 | S/D | 21,7 | Sin terminal/sin cable |
| 340 | S/D | 52,8 | Sin cable |
| 341 | 2,12 | 16,1 | |
| 342 | 1,7 | 34,53 | |
| 343 | 2,27 | 26,5 | |
| 344 | 1,55 | 22,7 | |
| 345 | 1,53 | 22,7 | |
| 346 | 3,07 | 12,15 | Cámara de inspección sin tapa |
| 347 | 12,22 | 13,29 | Cámara de inspección sin tapa |
| 348 | 5,8 | 13,02 | Cámara de inspección sin tapa |
| 349 | 1,35 | 27,5 | |
| 350 | 0,84 | 25,9 | |
| 352 | 1,21 | 38,5 | |
| 353 | 1,25 | 40,1 | |
| 354 | 0,82 | 18,62 | |
| 355 | 1,3 | 20,5 | |
| 356 | 1,36 | 15,19 | |

PRACTICA SUPERVISADA: INFORME TECNICO FINAL
 Protección Contra Descargas Atmosféricas y Puesta a Tierra de protección
 COCA COLA ANDINA ARGENTINA – Ruta Nac. N°19 KM 3,7

| MEDICION DE RESISTENCIAS (continuación) | | | |
|--|--|---|------------------------|
| PAT NUMERO | Conectado Ω (ohm) | Desconectado Ω (ohm) | OBSERVACIONES |
| 357 | 0,88 | 14,43 | |
| 358 | 0,98 | 13,37 | |
| 359 | 0,97 | 18,83 | |
| 360 | 0,74 | 5,73 | |
| 361 | 0,73 | 14,13 | |
| 362 | 0,74 | 8,2 | |
| 363 | 1,02 | 11,44 | |
| 364 | 0,85 | 21,44 | |
| 365 | S/D | 37,31 | Sin cable/sin terminal |
| 366 | 0,77 | 30,5 | |
| 367 | 0,82 | 29,9 | |
| 368 | 0,89 | 50,1 | |
| 369 | 0,89 | 50,1 | |
| 370 | 1,01 | 26,8 | |
| 371 | 1,04 | 39,7 | |
| 372 | 1,1 | 38,3 | |
| 373 | 1,78 | 38,6 | |
| 374 | 1,23 | 35 | |
| 375 | 1,3 | 32 | |
| 376 | 0,95 | 36,9 | |
| 377 | 0,84 | 39,6 | |
| 378 | 1,23 | 110,9 | |
| 379 | 1,34 | 61,8 | |
| 380 | 1,26 | 38,2 | |
| 381 | 1,29 | 67,5 | |
| 382 | 2,48 | 135,7 | |
| 383 | 1,07 | 184,7 | |
| 384 | 1,08 | 107,4 | |
| 385 | S/D | 55,9 | Sin terminal |
| 386 | S/D | 54,5 | Sin cable/sin terminal |
| 387 | S/D | 78,9 | Sin cable/sin terminal |
| 388 | S/D | 133,4 | Sin cable/sin terminal |
| 389 | 1,08 | 70,9 | |
| 390 | S/D | 21,5 | Sin cable/sin terminal |
| 391 | 0,89 | 25,4 | |
| 392 | S/D | 87,5 | Sin terminal |
| 393 | 0,89 | 80,5 | |
| 394 | 0,9 | 51,6 | |
| 395 | 1,18 | 33,6 | |
| 396 | 1,44 | 40 | |
| 397 | 4,78 | 36,1 | |
| 398 | 1,84 | 40 | |
| 399 | 2,33 | 31,8 | |
| 400 | 0,95 | 37,6 | |

PRACTICA SUPERVISADA: INFORME TECNICO FINAL
Protección Contra Descargas Atmosféricas y Puesta a Tierra de protección
COCA COLA ANDINA ARGENTINA – Ruta Nac. N°19 KM 3,7

| MEDICION DE RESISTENCIAS (continuación) | | | |
|---|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| PAT NUMERO | Conectado Ω (ohm) | Desconectado Ω (ohm) | OBSERVACIONES |
| 401 | 0,83 | 75,6 | |
| 402 | 3,95 | 26,5 | |
| 403 | S/D | S/D | Jabalina enterrada/sin cable |
| 404 | 2,45 | 28,6 | |
| 405 | 0,97 | 38,5 | |
| 406 | 3,99 | 25,8 | |
| 407 | 1,03 | 25,34 | |
| 408 | 5,5 | 25,43 | |
| 409 | 1,84 | 17,44 | |

PRACTICA SUPERVISADA: INFORME TECNICO FINAL
 Protección Contra Descargas Atmosféricas y Puesta a Tierra de protección
 COCA COLA ANDINA ARGENTINA – Ruta Nac. N°19 KM 3,7

8.2. Anexo II: Certificado de Calibración de Telurímetro

Avda. Bellocq 3498 - 2ª piso
 B330 - Ciudad - Pcia. Bs. As.
 Tel/Fax: 0054 11 4794 9228
 e-mail: ventas@soltec.com.ar
 web: www.soltec.com.ar



SolTec
Medición, Control y Calibración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°:
CALIBRATION CERTIFICATE N°:

INT140625

| | | |
|-------------------------------|-------------------------|--|
| Material: | Telurímetro | Este certificado es emitido en conformidad con los requerimientos de acreditación de la norma ISO 17025. |
| Objeto: | | |
| Fabricante: | HEPTA-INSTRUMENTS / GEM | Las mediciones realizadas en el presente Certificado poseen trazabilidad a los patrones de medida mantenidos en el INTI según la legislación argentina o a patrones mantenidos por otros laboratorios nacionales reconocidos, los cuales representan a las unidades físicas de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI). |
| Modelo: | HDT-15300 (DT-5300) | |
| Modal: | | |
| N° de Serie: | 08033460 | El cliente está obligado a recalibrar el material a intervalos apropiados. |
| Serial number: | | This calibration certificate is issued in accordance with the accreditation requirements of the ISO 17025 standard. |
| Cliente: | INTEGRALTEC S.A. | It provides traceability of measurements to recognized national standards, and to units of measurement realized at the INTI or other recognized national standards laboratories according to the International System of Unit (SI). |
| Customer: | | The user is obligated to have the object recalibrated at appropriate intervals. |
| Dirección del cliente: | | |
| Customer Address: | | |
| N° de páginas: | 1 de 2 | |
| N° of pages: | | |
| Fecha de Recepción: | 25/06/2014 | |
| Reception Date: | | |

Estado general del instrumento: Equipo en buen estado de conservación

Este Certificado no podrá ser reproducido total o parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Certificados de calibración sin firma no serán válidos.

Los resultados contenidos en el presente Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El Laboratorio de Calibración que los emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los materiales calibrados a por el uso inadecuado o incorrecto que se hacen de este Certificado.

La incertidumbre de medición expandida informada fue calculada multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor de cobertura $k = 2$, lo que corresponde a un nivel aproximado de confianza del 95% bajo distribución normal. La evaluación de incertidumbre fue realizada en conformidad con los requerimientos de la Guía ISO para Expresión de Incertidumbre.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the prior written approval of the issuing laboratory.

Calibration Certificates without signature are not valid.

The results contained in the present calibration certificate refer to the moment and conditions in which the measurement were made.

The calibration laboratory which has issued the present certificate will not be responsible for the damage which can result from inadequate use of the calibrated instruments or of the certificate hereof.

The reported expanded uncertainty is based on a combined standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k = 2$, providing a level of confidence of approximately 95%. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with the requirements of the ISO Guide for the Expression of Uncertainty.

SolTec - Medición, Control y Calibración - Sistema de la Calidad

| | | | |
|---|-----------------------------|---|--|
| Sello | Fecha de calibración | Laboratorio de Calibración | Responsable de la Calibración |
| Stamp | Calibration date | Calibration laboratory | Responsible person |
|  | 25/06/2014 |  |  |
| | | Gustavo Gil | Lucas Zamboni |

PRACTICA SUPERVISADA: INFORME TECNICO FINAL
Protección Contra Descargas Atmosféricas y Puesta a Tierra de protección
COCA COLA ANDINA ARGENTINA – Ruta Nac. N°19 KM 3,7

Avda. Bellocq 1488 - 2° piso
 1635 - Olivos - Prov. B. A.
 Tel/Fax: 0054 11 4799-2618
 e-mail: ventas@soltec-cha.com.ar
 web: www.soltec-cha.com.ar

SolTec
 Evaluación, Control y Calibración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°: INT140625
CALIBRATION CERTIFICATE N°:

Cliente: INTEGRALTEC S.A.

Material: Telurímetro
Marcas: HEPTA-INSTRUMENTS / CEM
Modelo: HDT-15300 (DT-5300)
N° Serie: 05033460
Rango:

Recepción: 25/08/2014
Procedimientos de Calibración: IC-S.04.51
Condiciones Ambientales:

PATRONES UTILIZADOS: Lab. I19 Marca: AGILENT N° Serie: MY45029487
 Certif. N° 12-16395/12 Modelo: 34401A SICE INTI

Resultados: Los resultados consignados en el presente informe y bajo las condiciones de calibración, se indican "como se encuentra el equipo" (As Found).

Información complementaria: Al solo efecto de contribuir a la confesión del registro correspondiente a la calibración realizada al instrumento/sistema de medición descrito, se informan en la siguiente tabla los datos relevantes obtenidos durante el servicio.

| Patrón | Instrumento | | Desv. | | Histeresis | Error Percentil | Incertidumbre Medición |
|----------|-------------|--|-----------|--|------------|-----------------|------------------------|
| | Acumulado | | Acumulado | | | | |
| Ω | Ω | | Ω | | Ω | \pm | $\pm \Omega$ |
| 0,510 | 0,50 | | 0,0000 | | | No Aplicable | 0,0042 |
| 1,098 | 1,07 | | -0,0280 | | | No Aplicable | 0,0044 |
| 2,084 | 2,08 | | -0,0040 | | | No Aplicable | 0,0048 |
| 20,000 | 20,4 | | 0,4000 | | | No Aplicable | 0,0048 |
| 200,00 | 208 | | 8,0000 | | | No Aplicable | 0,0050 |
| 1001,68 | 1003 | | 1,3400 | | | No Aplicable | 0,0050 |

Resultado: Los valores detallados son los encontrados.
 El equipo se encuentra dentro de las especificaciones del fabricante

| Patrón | Instrumento | | Desv. | | Histeresis | Error Percentil | Incertidumbre Medición |
|----------|-------------|--|-----------|--|------------|-----------------|------------------------|
| | Acumulado | | Acumulado | | | | |
| Vca | Vca | | Vca | | Vca | \pm | \pm Vca |
| 4,53 | 4,3 | | 0,230 | | | No Aplicable | 0,0025 |
| ± 17 | 8,9 | | 0,270 | | | No Aplicable | 0,0350 |

Sello: Fecha de calibración: Laboratorio de Calibración: Responsabilidad de Calibración:
Stamp: Calibration date: Calibration Laboratory: Responsibility of Calibration:



25/08/2014

Laboratorio de Calibración
 Calibration Laboratory

 Gustavo Elias

Responsabilidad de Calibración
 Responsibility of Calibration

 Lucas Zamboni

8.3. Anexo III: Planos

A. Plano General de Superficies

B. Plano de PAT y SPCR