



MEDICIÓN - CÁLCULO RESISTIVIDAD DE TERRENO PROYECTO ELÉCTRICO STRIP CENTER LOS TORREONES

Región : Región VIII Biobío
Lugar malla : Calle N° 3, sector Los Torreones, Concepción
Inmobiliaria : WALMART CHILE INMOBILIARIA S.A.
Rut. : 96.519.000 - 7
Dir. Inmobiliaria : La Concepción 65, oficina 703, Providencia, Santiago, Chile
Teléfono : 56 2 484 8200

Edgardo O. Rojas Manthey
Gerente de Operaciones
Inmobiliaria , Construcciones y Proyectos Montajes Eléctricos Alta y Baja Tensión & Networkins
Realizado por:
Claudio Mora Barriento - Ingeniero [E] Eléctrico
18/02/2017

Ante cualquier consulta comunicarse al fono 82303028
cmora.mallatierra@gmail.com

TABLA CONTENIDO

ITEM	CONTENIDO	PÁGINA
1	INTRODUCCIÓN	3
2.	Medición de Resistividad de Terreno	3
2.1.	Materiales y herramientas usadas para medición de resistividad terreno	4
2.2.	Tabla con valores de resistencia de terreno y resistividad Aparente	4
2.3.	Interpretación de una curva de campo mediante las curvas patrón	5
2.4.	Curva de campo obtenida en terreno en Calle N° 3, sector Los Terreones,	5
2.5.	Resistividad aparente y espesores de los estratos de terreno de campo	6
3.	ANEXO	7

1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas de puesta a tierra, contribuyen de forma importante a la protección y el buen funcionamiento de los sistemas de energía eléctrica. Prácticamente todos los equipos eléctricos y electrónicos necesitan estar conectados a una red de puesta a tierra.

Es importante destacar que las mediciones de resistividad de terreno realizadas se obtuvieron en verano, donde prácticamente no ha llovido, día totalmente despejado, favoreciendo este estudio para dar garantía que los cálculos obtenidos van a cumplir los requerimientos de la Norma Nch 4/2003.

2. Medición de Resistividad de Terreno

Para diseñar la malla puesta a tierra es imperativa la realización de ensayos mediante el método de Schlumberger, para determinar las características de resistividad del terreno en el sitio donde se montará la instalación correspondiente, determinando el modelo del suelo más conveniente de acuerdo a los datos recabados. Esto será útil para la evaluación de la resistencia de la malla tierra diseñada para proteger a las personas y equipos cuando se producen frente a la aparición de una falla.

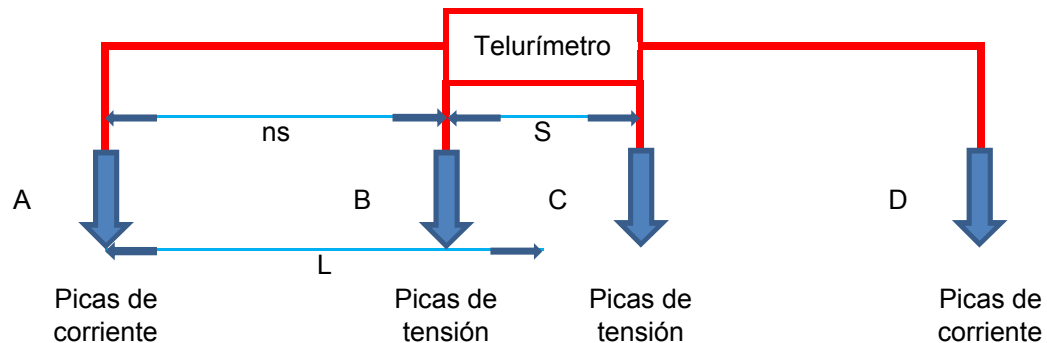


Fig. b) Método Schlumberger

Los cuatro electrodos se ubican en línea recta, cada par (potencial y corriente) simétricamente ubicados con respecto al centro de medición elegido. Siendo "s" la separación entre electrodos de potencial y "L" la distancia del centro de la medición a cada electrodo de corriente. La representación de esta configuración se muestra en la Figura.

A continuación se explicarán los detalles relacionados con la experiencia de Medición de la resistividad de suelo. Esta se realizó en la ,Calle N° 3, sector Los Terreones, Concepción de la Inmobiliaria WALMART CHILE INMOBILIARIA S.A. , en una zona más o menos uniforme de tierra. El equipo utilizado en terreno, que se describirá a continuación.

2.1. Materiales y herramientas usadas para medición de resistividad terreno

Telurímetro megabras 20kwe
 4 estacas (electrodos) de cobre
 Cables banana
 Pinzas
 2 carretes de cable
 Huincha de medir
 Mazo
 Lienzo con mediidas que indica donde clavar los electrodos



Fig. c) Equipo utilizado en terreno

2.2. Tabla con valores de resistencia de terreno y resistividad Aparente

De la teoría electromagnética, se puede deducir la siguiente expresión relacionando a la tensión medida, con la corriente inyectada con el telurímetro a través de las picas A y D.

$$\rho_{\text{aparente}} = 2 * \pi * a * R \quad (2 ; 1)$$

N° Medicion	Distancia entre potencial	Distancia desde centro a Inyección Corriente	R Aparent. (Ω)	Rho Aparente (Ω * mt)			
1	1	0,6	1660	573,6548185			
2	1	0,8	901	1103,924243			
3	1	1	367	864,7233779			
4	1	1,6	182	1320,788383			
5	1	2	89	1048,506548	Curva Patrón	K - 14	
6	1	2,5	44,8	844,4601053	Lámina patrón	19	
7	1	3	1,5	41,23340358	Espesor patrón	1	
8	1	4	0	0	Resistividad patrón	1	10 0,001
9	1	5	0	0	Rho 1	567	
10	1	6	0	0	Rho 2	1302	
11	1	8	0	0	Rho 3	42	
12	1	10	0	0	E 1	0,26	
13	1	12	0	0	E 2	0,26	
14	1	16	0	0	E 3	1000,52	
15	1	20	0	0	Y (Ohm-m)	420	
16	1	25	0	0	X	0,26	

Tabla a) Mediciones de resistividad aparente efectuadas en la empresa WALMART CHILE INMOBILIARIA S.A. de la Calle N° 3, sector Los Terreones, Concepción.

2.3. Interpretación de una curva de campo mediante las curvas patrón

Previo al iniciar el proceso de interpretar se decide para este caso que es una estructura de tres capas, con esto una inspección visual uno puede interpretar la curva.

2.4. Curva de campo obtenida en terreno en Calle N° 3, sector Los Torreones, Concepción para el PROYECTO ELÉCTRICO STRIP CENTER LOS TORREONES.

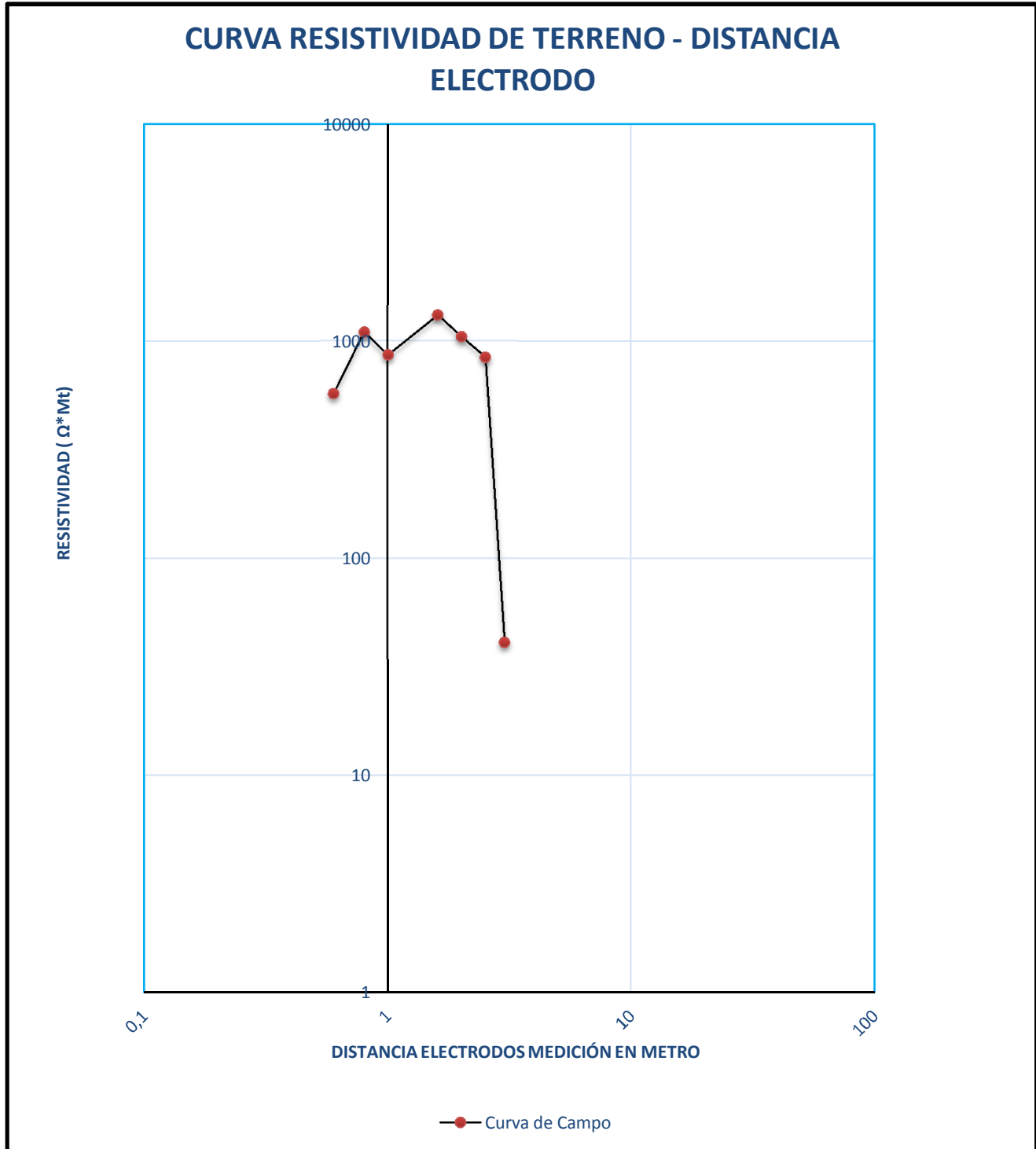


Fig. d) La figura muestra la curva de campo

TERRENO ESTRATIFICADO	Tres capas		
CURVA TIPO	K - 14		
LÁMINA PATRÓN	19		
ESPESOR PATRÓN	1		
RESISTIVIDAD PATRÓN	1	10	0,001

2.5. Resistividad aparente y espesores de los estratos de terreno de campo

Resistividad Aparente		Capas	
ρ_1	567 $\Omega \cdot m$	E1	0,26 m
ρ_2	1302 $\Omega \cdot m$	E2	0,26 m
ρ_3	42 $\Omega \cdot m$	E3	1000,52 m

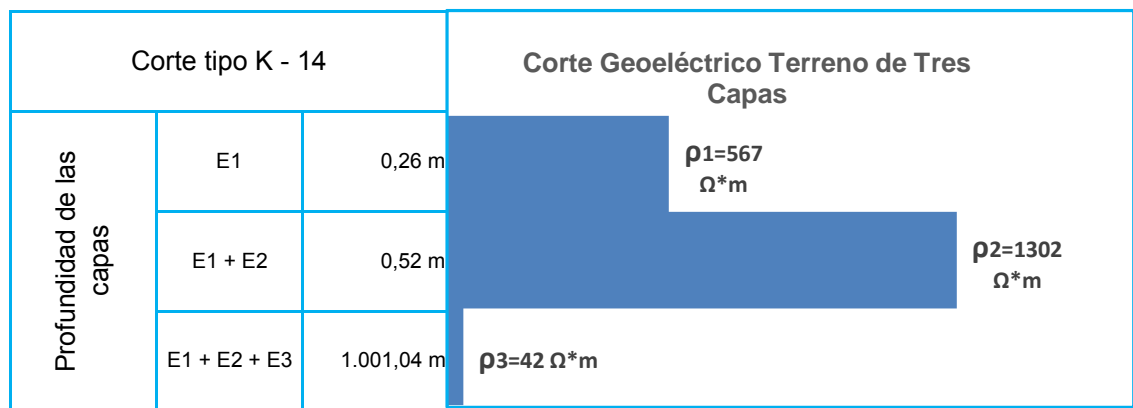
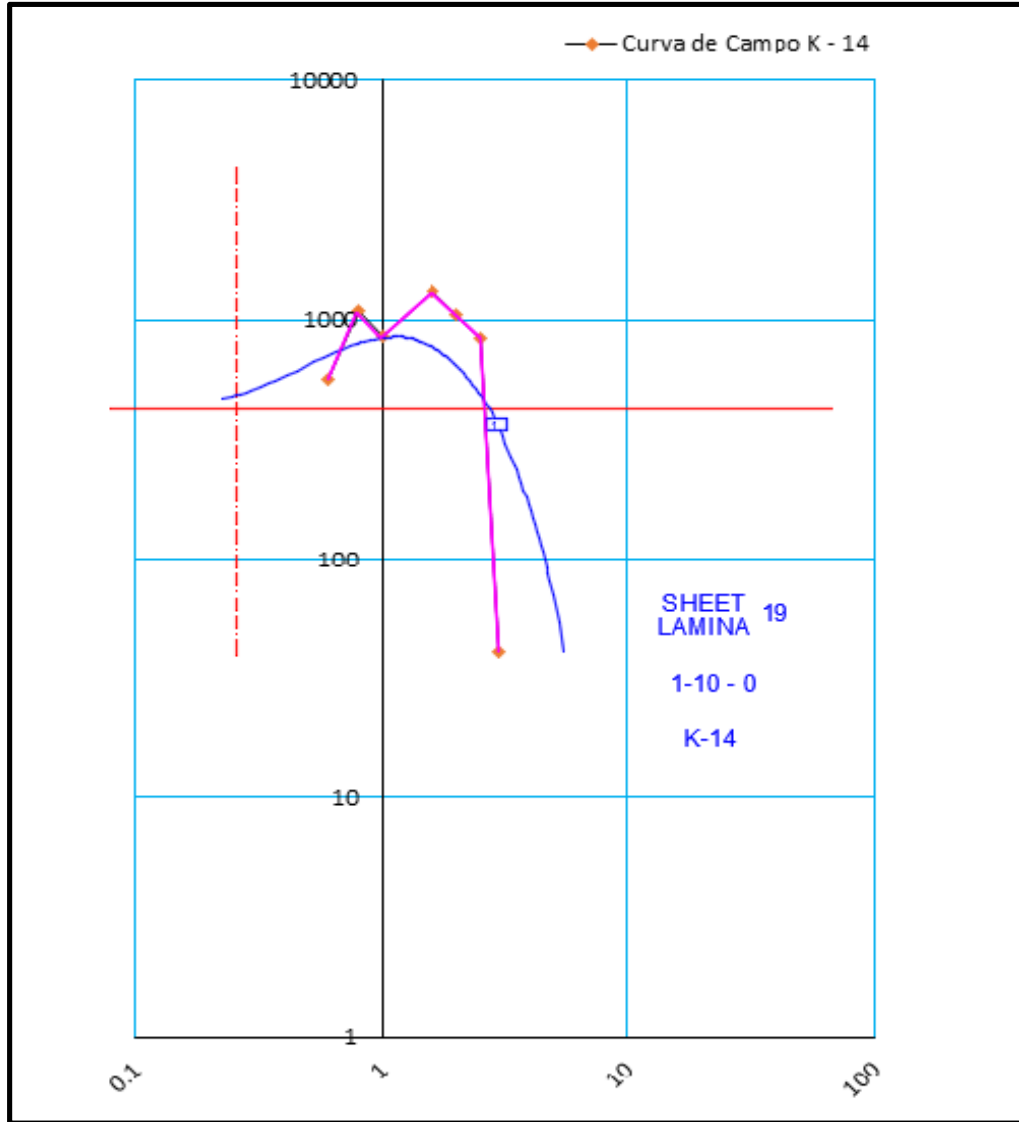
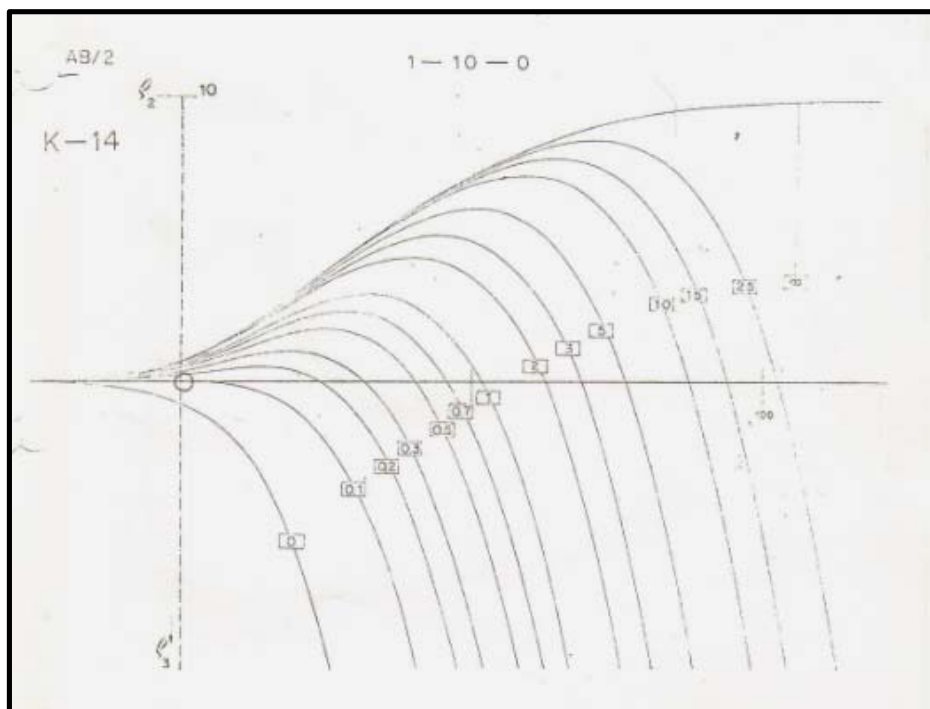


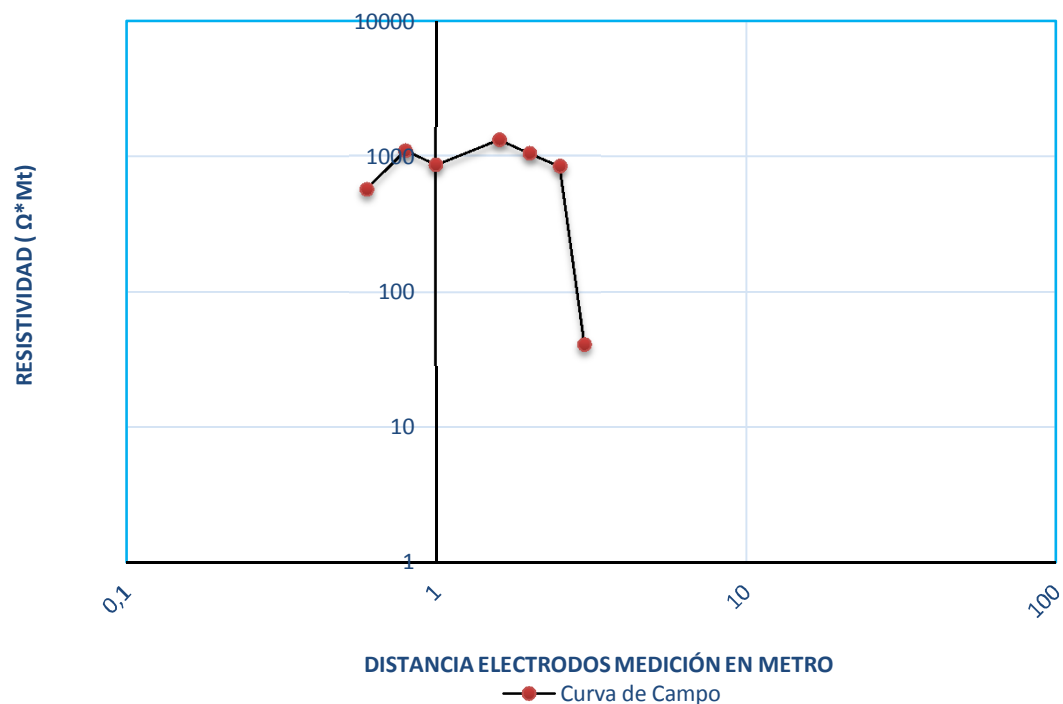
Fig. e) La figura muestra los distintos Estratos de terreno

3. ANEXO

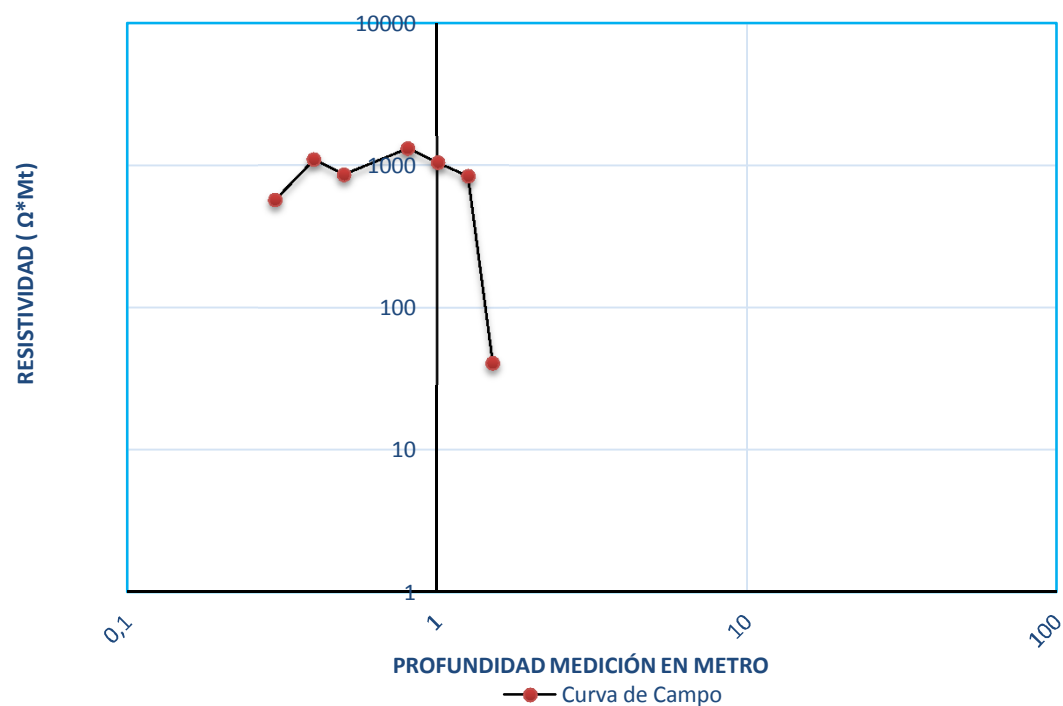




CURVA RESISTIVIDAD DE TERRENO - DISTANCIA ELECTRODO



CURVA RESISTIVIDAD DE TERRENO - PROFUNDIDAD



Universidad de Concepción

Electrical Magnitudes Calibration Laboratory
Laboratorio de Calibración de Magnitudes Eléctricas



Edificio Tecnológico Mecánico
Departamento Eléctrico
Facultad de Ingeniería

Calibration Certificate Certificado de Calibración

Calibration Mark
Marca de Calibración

1054
LabCal
ME
16-09

Object : **Digital Earth Tester**
Objeto :

Manufacturer : **Megabras**
Fabricante :

Model : **MTD-20KWe**
Modelo :

Serial Number : **MM 3291 B**
Número de Serie :

Customer : **Claudio Mora Barriento**
Cliente :

Order Number : **2016-213-1**
Número de Solicitud :

Number of Pages of the Certificate : **6**
Número de Páginas del Certificado :

Calibration Date : **12/09/2016**
Fecha de Calibración :

This Calibration Certificate documents the traceability to National Standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units.
It is recommended to the user to recalibrate the instrument at appropriate intervals.

Este Certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales, que realizan las unidades de medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos apropiados.

This Calibration Certificate may not be reproduced other than full except with the permission of the LabCal-ME. Certificates without signatures, watermark and stampers are not valid.
Este Certificado de Calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del LabCal-ME. Los certificados sin firma, sello de agua y timbres no son válidos.



Head of the LabCal-ME
Jefe de LabCal-ME
Certificado de Calibración

14 SEP 2016

Gabriel Spano S.

Calibrated by
Calibrado por
Certificado de Calibración

14 SEP 2016

Gabriel Spano S.

LabCal-ME

Edmundo Lareñas 270, Interior, Concepción, Chile

Fono

56-41-2661087

Fax

56-41-2204777

E-Mail

labcalme@udec.cl

1054
LabCal ME
16-09

• **Calibration Object**

Objeto de la Calibración

Was calibrated the Digital Earth Tester, Megabras, MTD-20KWe, Serial Number MM 3291 B in its functions of measuring of resistance and AC voltage.

Fué calibrado el Digital Earth Tester, Megabras, MTD-20KWe, Número de Serie MM 3291 B, en sus funciones de medición de resistencia y voltaje AC.

• **Calibration Method**

Método de Calibración

For the calibration of the instrument Digital Earth Tester, Megabras, MTD-20KWe, in its function of resistance and AC voltage the LabCal-ME used as standard a Precision Resistance Decade Box, Time Electronics, 1067, for the ranges of 20 Ω , 200 Ω , 2 k Ω , a precision Resistance Decade Box Time Electronics, 1040, for range 20 k Ω and a Multifunction Calibrator, Fluke, 5520A, to generate AC voltage.

Proper at the repeatability of the instrument only were taken 2 measurements for each point of measurement.

The mathematical model for the measurement process was :

$$\text{Deviation}_{\text{MTD-20KWe}} = \text{Reading}_{\text{MTD-20KWe}} - \text{Standard}_{\text{Value}}$$

Where :

Deviation_{MTD-20KWe} : Error of Megabras, MTD-20KWe.

Reading_{MTD-20KWe} : Indicated value of Megabras MTD-20KWe - Ro.

Standard_{Value} : Standard value (Time Electronics, 1067, Time Electronics, 1040 or Fluke, 5520A)

Ro : Residual Resistance of Time Electronics 1067 or Time Electronics 1040.

The mathematical formula for relative deviation was :

$$\text{Relative}_{\text{Deviation}} = \frac{\text{Reading}_{\text{MTD-20KWe}} - \text{Standard}_{\text{Value}}}{\text{Standard}_{\text{Value}}}$$

Where :

Relative_{Deviation} : Error of instrument Megabras, MTD-20KWe, in percentage.

Para calibrar el instrumento Digital Earth Tester, Megabras, MTD-20KWe, en su función de medición de resistencia y voltaje AC, el LabCal-ME utilizó como patrón una Caja de Décadas Resistivas de Precisión, Time Electronics, 1067, para los rangos de 20 Ω , 200 Ω , 2 k Ω , una Caja de Décadas Resistivas, Time Electronics, 1040, para el rango de 20 k Ω y un Calibrador Multifunciones, Fluke, 5520A, para generar voltaje AC.

Debido a la repetibilidad del instrumento sólo se tomaron 2 medidas para cada punto de medición.

1054
LabCal ME
16-09

El modelo matemático usado en el proceso de medición fue :

$$\text{Desviación}_{\text{MTD-20KWe}} = \text{Lectura}_{\text{MTD-20KWe}} - \text{Valor}_{\text{Patrón}}$$

Donde :

$\text{Desviación}_{\text{MTD-20KWe}}$: Error del Megabras, MTD-20KWe.

$\text{Lectura}_{\text{MTD-20KWe}}$: Valor indicado en el Megabras, MTD-20KWe - Ro.

$\text{Valor}_{\text{Patrón}}$: Valor del patrón (Time Electronics, 1067, Time Electronics, 1040, o Fluke, 5520A)

Ro : Resistencia Residual de Time Electronics, 1067 o Time Electronics, 1040.

La fórmula matemática para la desviación relativa fue :

$$\text{Desviación}_{\text{Relativa}} = \frac{\text{Lectura}_{\text{MTD-20KWe}} - \text{Valor}_{\text{Patrón}}}{\text{Valor}_{\text{Patrón}}}$$

Donde :

$\text{Desviación}_{\text{Relativa}}$: Error del instrumento Megabras, MTD-20KWe, expresado en porcentaje.

• Environmental Conditions Condiciones Ambientales

This calibration was performed in an environment of $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ temperature and $30\% < \text{HR} < 60\%$ of relative humidity.

Esta calibración fue realizada en un ambiente de temperatura $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y $30\% < \text{HR} < 60\%$ de humedad relativa.

• Results Resultados

For the results table, the information given is the deviation between the measurement value of the instrument and the calibration value of the working standards.

Refer to results table on pages 5 and 6.

Para la tabla de resultados se informa la desviación que posee el instrumento frente al valor de los patrones de trabajo.

Referirse a la tabla de resultados que se encuentran en las páginas 5 y 6.

• Uncertainty Incertidumbre

The uncertainty is the expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by coverage factor $k=2$. It has been determined in accordance with "Guide for the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)" and "Expression of Uncertainty of Measurement in Calibration, EA-4/02". The value of the measurand lies with a probability of approximately 95%.

La incertidumbre entregada es la incertidumbre expandida obtenida al multiplicar la incertidumbre estándar por un factor de cobertura $k=2$. Esta ha sido determinada de acuerdo con lo expresado en la "Guide for the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)" and "Expression of Uncertainty of Measurements in Calibration, EA-4/02". El valor de la incertidumbre es entregada con un nivel de confianza aproximado de un 95%.

LabCal-ME

Edmundo Larras 270, Interior, Concepción, Chile

Fono

56-41-2681087

Fax

56-41-2204777

E-Mail

labcalme@udec.cl

1054
LabCal ME
16-09

• **LabCal-ME Traceability**

Trazabilidad del LabCal-ME

The traceability of LabCal-ME is documented by calibration certificates and is to primary standards which realize the units of measurement. In this particular case for the instruments that were used to calibrate the traceability is to the LCPN-ME.

La trazabilidad del LabCal-ME está documentada por medio de certificados de calibración y es a patrones primarios que realizan las unidades de medición. En particular para el instrumental usado para llevar a cabo la calibración, la trazabilidad es al Laboratorio Custodio Patrón Nacional de Magnitudes Eléctricas (LCPN- ME).

• **Instruments Used**

Instrumentos Usados

The instrumental used by LabCal-ME to perform the calibration of Digital Earth Tester, Megabras, MTD-20KWe, serial number MM 3291 B, consist of standards described as follow :

Description	Model	Manufacturer	Serial Number	Next Calibration
Precision Resistance Decade Box	1067	Time Electronics	1931B15	06-2017
Resistance Decade Box	1040	Time Electronics	1995E15	06-2017
Multifunction Calibrator	5520A	Fluke	7640016	06-2017

El instrumental usado por el LabCal-ME para la calibración del Digital Earth Tester, Megabras, MTD-20KWe, número de serie MM 3291 B, consta de los patrones descritos a continuación :

Descripción	Modelo	Fabricante	Número Serie	Próxima Calibración
Caja Década Resistiva Precisión	1067	Time Electronics	1931B15	06-2017
Caja Década Resistiva	1040	Time Electronics	1995E15	06-2017
Calibrador Multifunciones	5520A	Fluke	7640016	06-2017

• **Observations**

Observaciones

Was performed the check of battery status in accordance with the specifications of the User Manual. The instrument is in compliance with the technical specifications of the manufacturer.

Se realizó el chequeo del estado de la batería de acuerdo a lo especificado por el fabricante en el Manual del Usuario. El instrumento cumple con las especificaciones técnicas del fabricante.

1054
LabCal
ME
16-09

1.- Digital Earth Tester, Megabras, MTD-20KWe, Serial Number = MM 3291 B
Digital Earth Tester, Megabras, MTD-20KWe, Número de Serie = MM 3291 B

1.1 Electrical Resistance Measurement Values
Valores Medición de Resistencia Eléctrica

4 wire
4 hilos

Standard Value	Reading MTD-20KWe	Deviation MTD-20KWe	Relative Deviation	Uncertainty
Valor Patrón	Lectura MTD-20KWe	Desviación MTD-20KWe	Desviación Relativa	Incertidumbre
3.00 Ω	3.00 Ω	0.00 Ω	0.00 %	0.28 %
10.00 Ω	10.13 Ω	0.13 Ω	1.3 %	0.08 %
15.00 Ω	15.20 Ω	0.20 Ω	1.3 %	0.06 %
30.0 Ω	29.7 Ω	-0.3 Ω	-1.0 %	0.20 %
100.0 Ω	101.3 Ω	1.3 Ω	1.3 %	0.06 %
150.0 Ω	151.9 Ω	1.9 Ω	1.3 %	0.04 %
300 Ω	295 Ω	-5 Ω	-1.7 %	0.20 %
1000 Ω	1010 Ω	10 Ω	1.0 %	0.06 %
1500 Ω	1521 Ω	21 Ω	1.4 %	0.04 %
3.00 k Ω	3.04 k Ω	0.04 k Ω	1.3 %	0.22 %
10.00 k Ω	10.15 k Ω	0.15 k Ω	1.5 %	0.12 %
15.00 k Ω	14.87 k Ω	-0.13 k Ω	-0.87 %	0.24 %

1.2 Electrical Resistance Measurement Values
Valores Medición de Resistencia Eléctrica

3 wire
3 hilos

Standard Value	Reading MTD-20KWe	Deviation MTD-20KWe	Relative Deviation	Uncertainty
Valor Patrón	Lectura MTD-20KWe	Desviación MTD-20KWe	Desviación Relativa	Incertidumbre
3.00 Ω	3.04 Ω	0.04 Ω	1.3 %	0.28 %
10.00 Ω	10.17 Ω	0.17 Ω	1.7 %	0.08 %
15.00 Ω	15.26 Ω	0.26 Ω	1.7 %	0.06 %
30.0 Ω	29.8 Ω	-0.2 Ω	-0.67 %	0.20 %
100.0 Ω	101.3 Ω	1.3 Ω	1.3 %	0.06 %
150.0 Ω	152.3 Ω	2.3 Ω	1.5 %	0.04 %
300 Ω	297 Ω	-3 Ω	-1.00 %	0.20 %
1000 Ω	1012 Ω	12 Ω	1.2 %	0.06 %
1500 Ω	1524 Ω	24 Ω	1.6 %	0.04 %
3.00 k Ω	3.05 k Ω	0.05 k Ω	1.7 %	0.22 %
10.00 k Ω	10.15 k Ω	0.15 k Ω	1.5 %	0.12 %
15.00 k Ω	14.88 k Ω	-0.12 k Ω	-0.80 %	0.24 %

LabCal-ME

Fono

Fax

E-Mail

Edmundo Larensa 270, Interior, Concepción, Chile

56-41-2661087

56-41-2204777

labcalme@udec.cl

Page 6 of 6
Página 6 de 6

1054
LabCal
ME
16-09

1.3 AC Voltage Measurement Values at 50 Hz
Valores Medición de Voltaje AC a 50 Hz

Standard Value	Reading MTD-20KW _W	Deviation MTD-20KW _W	Relative Deviation	Uncertainty
Valor Patrón	Lectura MTD-20KW _W	Desviación MTD-20KW _W	Desviación Relativa	Incertidumbre
50.0 V	50.5 V	0.5 V	1.0 %	0.20 %
100.0 V	101.1 V	1.1 V	1.1 %	0.10 %
150.0 V	151.3 V	1.3 V	0.87 %	0.10 %

LabCal-ME

Edmundo Larena 270, Interior, Concepción, Chile

Fono

55-41-2661087

Fax

55-41-2204777

E-Mail

labcalme@udec.cl