

MEMORIA DE CÁLCULO RESISTIVIDAD EQUIVALENTE TERRENO

PROYECTO N° 23164

LEVANTAMIENTO INFOTÉCNICA LÍNEA 110kV
QUINQUIMO - CABILDO

0	-	Para Infotécnica	FMR	FGR	JBC	---
B	10-07-2023	Revisión Cliente	FMR	FGR	JBC	---
REV	FECHA	MOTIVO REVISIÓN	POR	REV	APR	CLIENTE
TECNORED - CGET			DOCUMENTO N° 23164.10-EL-MC-003			REV B

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	3
2	OBJETIVO.....	3
3	DOCUMENTACIÓN.....	3
4	ANTECEDENTES	4
5	ANÁLISIS DE RESULTADOS	5
5.1	Punto 1.....	5
5.2	Punto 2.....	6
5.3	Punto 3.....	7
5.4	Estimación de Resistividad Equivalente	8
6	CONCLUSIONES	8
ANEXO I	MEDICIONES DE CAMPO	9
ANEXO II	CERTIFICADO CALIBRACIÓN INSTRUMENTO.....	13

1 INTRODUCCIÓN

CGE Transmisión, ha solicitado a Tecnoled realizar la recopilación de datos técnicos de la línea de 110kV, la cual alimenta desde subestación Quinquimo hasta subestación Cabildo, con motivo de actualizar la base de datos de infraestructura de transmisión nacional, administrada por el Coordinador Eléctrico Nacional.

2 OBJETIVO

Determinación de la resistividad equivalente promedio a lo largo de la línea de transmisión.

3 DOCUMENTACIÓN

Para el desarrollo del presente documento se utilizaron los siguientes antecedentes

- [1] Norma IEEE 80- 2013 Guide for Safety in AC Substation Grounding
- [2] Norma IEEE 81 – 2012 Guide for measuring earth resistivity, ground impedance, and earth surface potentials of a grounding system.
- [3] Norma IEEE 399-1990 Recommended Practice for industrial and Commercial Power System Analysis.
- [4] Libro ENDESA, Redes de energía eléctrica, segunda parte: Líneas de Transmisión, Santiago, Chile, 1982.
- [5] Software DigSilent Power Factory 2020
- [6] Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NTSyCS).
- [7] Manual Actualización de Información Técnica de Instalaciones Existentes, Coordinador Eléctrico Nacional.
- [8] Manual Equipo Telurímetro ETCR 3000B
- [9] Guía de Usuario IPI2Win, Universidad Estatal de Moscú, Dpto de Geología.

4 ANTECEDENTES

La línea de Transmisión está ubicada desde la comuna de Papudo hasta la comuna de Cabildo, la cual transporta energía eléctrica entre las líneas SE Quinquimo hacia SE Cabildo, todas propiedades de CGET.



Figura 4-1 Ubicación Línea de Transmisión Punto 1, 2 y 3

De la visita en terreno se obtienen mediciones de los puntos siguientes:

- I. Punto 1 : Sector SE Quinquimo (UTM 19H; 281367.17 m E; 6408711.39 m S)
- II. Punto 2 : Sector El Carmen (UTM 19H; 293747.00 m E; 6404310.00 m S)
- III. Punto 3 : Sector SE Cabildo (UTM 19H; 304779.00 m E; 6409234.00 m S)

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las mediciones fueron ejecutadas por personal de Tecnored, cuyos detalles y resultados se muestran en Anexo I de este documento. Estas mediciones se procesan usando el software IPI2WIN, con el cual se obtiene modelo equivalente de 3 o 4 capas.

5.1 Punto 1

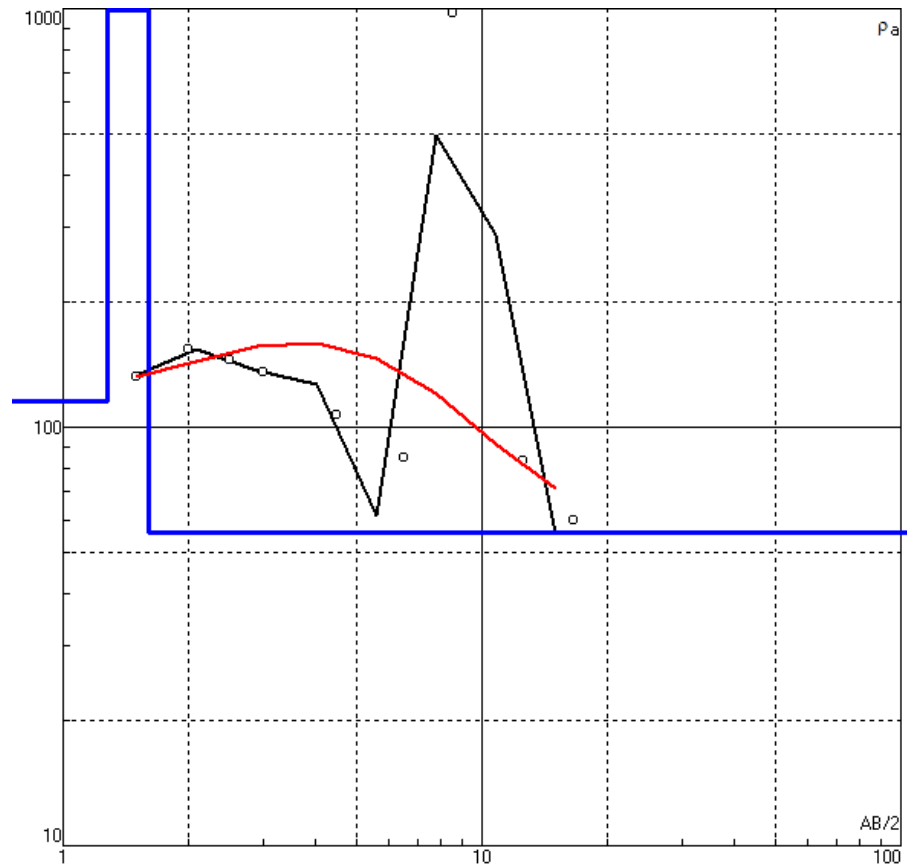


Figura 5-1 Resistividad mediciones de campo vs modelo punto 1.

La gráfica negra representa la curva obtenida en terreno, la curva roja representa la curva obtenida por software, la curva azul representa la aproximación a tres capas, cuyos valores se muestran en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1 Parámetros de estratificación 3 capas punto 1

N	ρ [Ω m]	h [m]	d [m]
1	115	1,28	1,28
2	1287	0,325	1,6
3	56	-	-

Donde:

h : espesor de capa

d : profundidad de la capa desde la superficie

ρ : Resistividad de la capa

5.2 Punto 2

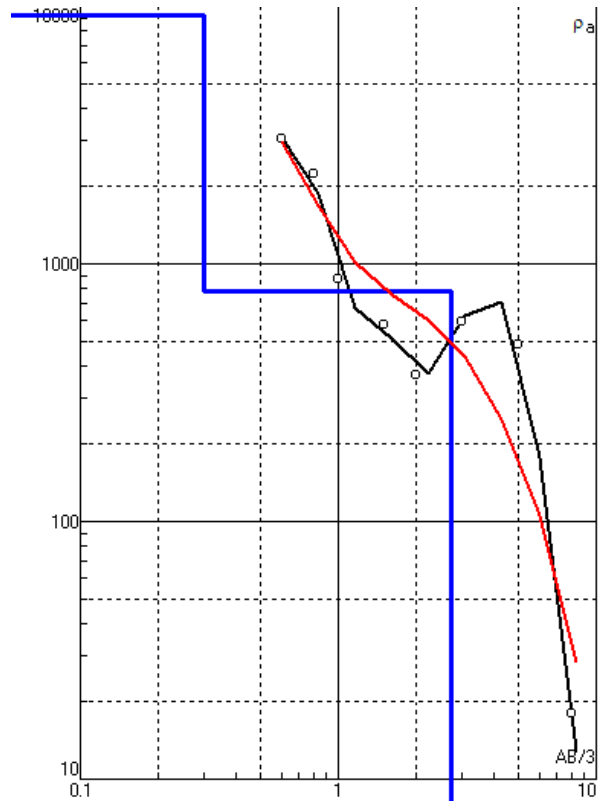


Figura 5-2 Resistividad mediciones de campo vs modelo punto 2.

Tabla 5-2 Parámetros de estratificación 3 capas, punto 2

N	ρ [Ωm]	h [m]	d [m]
1	9223	0,3	0,3
2	782	2,43	2,73
3	0,378	-	-

5.3 Punto 3

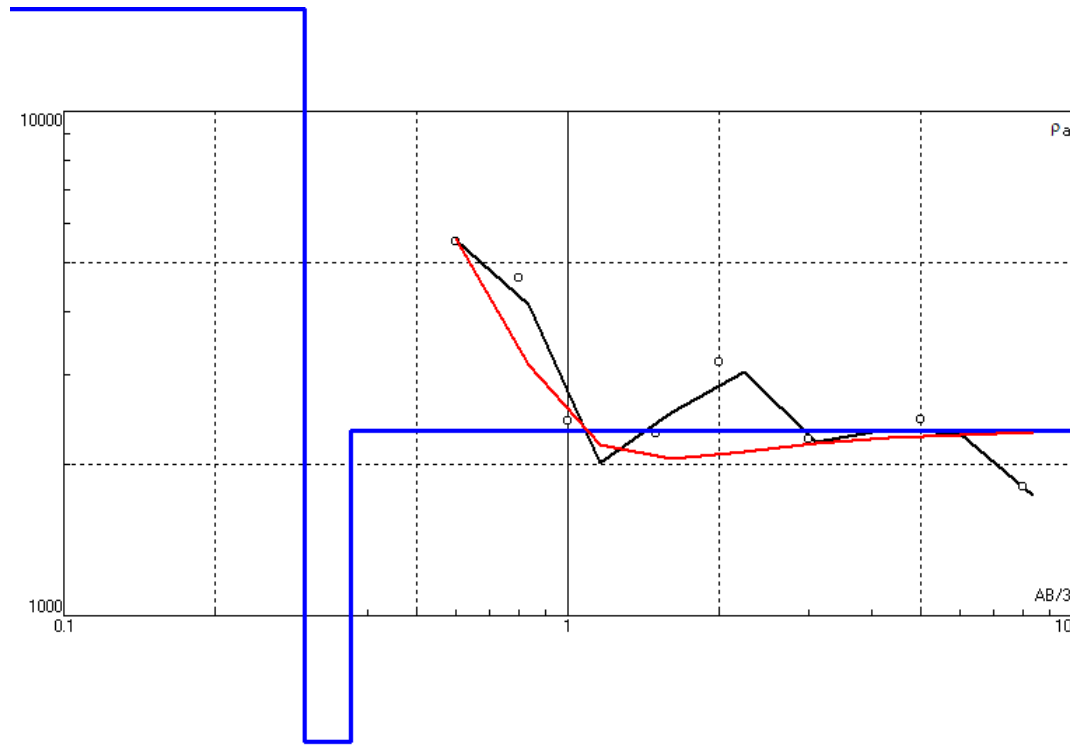


Figura 5-3 Resistividad mediciones de campo vs modelo punto 3.

Tabla 5-3 Parámetros de estratificación 3 capas punto 3

N	ρ [Ω m]	h [m]	d [m]
1	19225	0,3	0,3
2	239	0,0715	0,371
3	2330	-	-

5.4 Estimación de Resistividad Equivalente

Considerando los criterios de resistividad de terreno a aplicar proporcionados por el CEN, se procede a seleccionar los valores más bajos de cada capa, para luego obtener una resistividad promedio del terreno modelado.

Tabla 5-4 Resistividades equivalentes

$\rho_{\text{punto 1}} [\Omega\text{m}]$	115
$\rho_{\text{punto 2}} [\Omega\text{m}]$	782
$\rho_{\text{punto 3}} [\Omega\text{m}]$	239

De la tabla anterior, se obtiene que el promedio de la resistividad del terreno a lo largo de la línea de transmisión es de 378,67 [Ωm].

6 CONCLUSIONES

- La línea de transmisión tiene una resistividad promedio de 378,67 [Ωm].
- Estos parámetros pueden usarse para la modelación de parámetros eléctricos de la línea de transmisión.
- Los datos de resistividad se pueden usar para el diseño de sistemas puesta a tierra cercanas a los puntos de medición.
- En ningún caso, el cálculo de resistividad constituye diseño de un sistema puesta a tierra particular de torres de esta línea, ya que se debe, además, verificar tensiones de paso y contacto, y tener como antecedente adicional, los distintos niveles de cortocircuito en cada punto de aterramiento de la línea. Lo anterior está fuera del alcance de este proyecto.

ANEXO I MEDICIONES DE CAMPO

PÁGINA 11 DE 18

ANEXO II CERTIFICADO CALIBRACIÓN INSTRUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN GROUND TESTER ETCR 3000B



Cliente : TECNORED
Contacto Señor : Francisco Martínez
Realizado por : INGEMAT SpA.
Certificado N° : 23-05-000_ETCR 3000B

Santiago, mayo de 2023

Vichuquén 10514 - La Florida - Santiago • Chile – Fono: (56-2) 23145193
www.ingemat.cl - ingemat@ingemat.cl CERTIFICACIÓN ISO 9001-2015, Reg. SC-2916/19



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO

Tipo de Instrumento : TELURÍMETRO
 Marca : ETCR
 Modelo : 3000B
 N° de serie : 30200111
 Cliente : TECNORED
 Contacto Sr. : Francisco Martínez
 Fecha de Certificación : 18 de Mayo de 2023

1. Estado de Recepción.

- Equipo recibido en buen estado estructural, con bolsos de transporte, cables de prueba y de poder.

2. Intervención previa.

- Sin intervención previa.

3. Verificación visual de partes y piezas de operación externas.

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS	OBSERVACIÓN DE ESTADO	OBSERVACIONES
Estado de la carcasa	En buen estado	--
Pantalla LCD	En buen estado	--
Conmutador, pulsadores y conectores	En buen estado	--
Puerto RS232	En buen estado	--
Terminales de Prueba	En buen estado	--
Estacas de puesta a tierra	En buen estado	--
Retroiluminación	En buen estado	--



4. Verificación Operativa de funciones adicionales y misceláneas

- En este paso se ha procedido a la verificación dinámica no paramétrica del funcionamiento individual de cada una de las entradas, salidas y operación que ofrece el equipo.

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS	OBSERVACIÓN DE LA OPERACIÓN	APRUEBA SI / NO
FUNCION DE INICIO (POLLING)	Al encender, el equipo efectúa un procedimiento de verificación o "POLLING" de inicio.	SI
FUNCION Rearth	El instrumento registra valores resistivos ensayados, con terminales C/P y E/ES.	SI
FUNCION P_{earth}	El instrumento efectúa medidas de resistencia de tierra.	SI
FUNCION EARTH VOLTAGE	El instrumento registra medidas de voltaje de 600 Vac max.	SI
FUNCION CON BATERIA	El instrumento presenta capacidad normal para funcionar con batería.	SI

5. Verificación Dinámica del Estado de Calibración.

- Instrumentos Utilizados.**
 - RESIST. DEC. BOX ITRBOX-408, Cert. DTS N° 22-FG-CA-07436, Noviembre 2022
 - FLUKE 8846A, Cert. DTS N° 22-EA-CA-08671, Diciembre 2022
- Condiciones generales.**
 - Temperatura ambiente = 27 ± 2 °C.
 - Humedad = 41 ± 10 %.
 - Los instrumentos utilizados se encuentran calibrados y con trazabilidad bajo norma NCH-ISO 17025
 - Los resultados de la calibración están relacionados con el ítem calibrado, referidos al momento y condiciones en las cuales fueron realizadas las mediciones.
 - La Incertidumbre expandida ha sido estimada multiplicando la incertidumbre estándar por un factor de cobertura aproximadamente $k=2$. El valor del mensurando se encuentra dentro del intervalo indicado de valores con una probabilidad del 95%



• Registro de voltaje alterno.


TENSIÓN APLICADA V	FLUKE 8846A V	ETCR 3000B V	ERROR ABSOLUTO	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA K=2	OBSERVACIONES
10	10,129	10,1	-0,029	0,0205	---
50	50,832	50,5	-0,332	0,2348	---
100	100,814	100,3	-0,514	0,3635	---
150	150,877	150,4	-0,477	0,3373	---

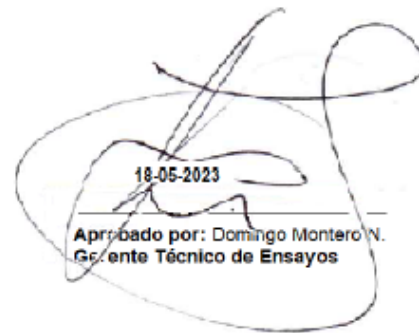
• Registros de resistencia obtenida. Posición C/P – E/ES

CONEXIÓN	ITRBOX-408	ETCR 3000B	ERROR ABSOLUTO	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA K=2	OBSERVACIONES
C/P – E/ES	1 Ω	1,04 Ω	0,4	0,0285	---
	10 Ω	10,16 Ω	0,16	0,1131	---
	50 Ω	50,7 Ω	0,7	0,4950	---
	100 Ω	102,5 Ω	2,5	1,7678	---
	150 Ω	153,4 Ω	3,4	2,4042	---
	200 Ω	204,6 Ω	4,6	3,2527	---
	250 Ω	249,6 Ω	-0,4	0,2852	---
	300 Ω	307 Ω	7	4,9734	---
	400 Ω	408 Ω	8	5,6805	---
	500 Ω	512 Ω	12	8,4853	---
	1 $K\Omega$	1014 $K\Omega$	14	9,9231	---
	2 $K\Omega$	2018 $K\Omega$	18	12,7279	---

**Nota:**

1. La tabla de registros obtenidos se realizó en la función Rearth.
2. En la mayor parte de la escala, el equipo presenta un nivel de error muy bajo y estable.
3. Los ensayos se realizaron para posición C/P – E/ES.
4. Las funciones misceláneas del equipo se encuentran totalmente operativas.
5. La resistencia asociada a los terminales de prueba es aproximadamente $0,1 \Omega$.
6. Los resultados corresponden al promedio de tres valores por medida.


18-05-2023
Realizado por: Antonio Ibarra P.
Ingeniero de Laboratorio de Ensayos


18-05-2023
Aprobado por: Domingo Montero N.
Gerente Técnico de Ensayos

Mayo de 2023

23-05-000_ETCR 3000B

(Próxima contrastación, mayo de 2024)



Informamos a usted que INGEMAT se reserva el derecho de bloquear el código QR que valida este certificado, de no cumplirse los compromisos adquiridos por el cliente, con ocasión de la solicitud de este servicio

Vichuquén 10514 - La Florida - Santiago • Chile – Fono: (56-2) 23145193
www.ingemat.cl - ingemat@ingemat.cl CERTIFICACIÓN ISO 9001-2015, Reg. SC-2916/19

5