

Cali, Julio 16 de 2020

Señores
SECRETARIA DE EDUCACION DEL DISTRITO.
BOGOTA D.C.

REF: ESTUDIO DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO, PARA EL COLEGIO BOITÁ,
ubicado en Localidad 8 Kennedy.

INTRODUCCIÓN.

En el siguiente informe se presentan los resultados del estudio de resistividad del terreno del actual Parque Santa Catalina, donde se construirá el Colegio Boitá, y que está ubicado entre las Calles 45 Sur y 43 Sur y Carreras 72 Q y 72 Q Bis, en el Barrio Santa Catalina, Localidad 8 Kennedy, Bogotá.

ESTUDIO DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL TERRENO.

1.1 DATOS GENERALES

CLIENTE:	SECRETARIA DE EDUCACION DEL DISTRITO
DIRECCIÓN:	Av. El Dorado #66-63, Bogotá.
CIUDAD:	Bogota, Cundimarca.
SITIO DE MEDICIÓN:	Zona central del terreno.
DIRECCIÓN:	Actual Parque Santa Catalina, donde se construirá el Colegio Boitá, ubicado entre las Calles 45 Sur y 43 Sur y Carreras 72 Q y 72 Q Bis, Barrio Santa Catalina, Localidad 8 Kennedy, Bogotá
TELÉFONOS:	N/A.
INSTRUMENTO:	Eurotest 61557
MODELO:	MI-2086 Eurotest , Marca METREL.
METODO:	RESISTENCIA ESPECÍFICA DE TIERRA, Método de los 4 conductores.
RESOLUCIÓN:	0.01 Ω m para rango 0.00 Ω m a 19.99 0.1 Ω m para rango 20.0 Ω m a 199.9 Ω m 1 Ω m para rango 200.0 Ω m a 1999 Ω m
PRECISIÓN:	\pm (2% de r. +3D)
FRECUENCIA SEÑAL:	125 Hz de onda sinusoidal.
NORMAS:	RETIE Art. 15 numeral 15.5.1 IEEE Standard 81:1983: Art. 7, 8 y anexo B
FECHA:	Julio 10 de 2020
HORARIO:	8:00 am a 10:00 am.
TIPO DE TERRENO:	Terreno natural.
CONDICIONES DE ENSAYO:	Suelo seco.

La prueba se realiza en un punto con dos (2) direcciones. En la dirección A: Sur-Norte y en la dirección B: Oeste-Este.

El terreno se encuentra seco, por lo que se corregirán las lecturas teniendo en cuenta solo las del instrumento según recomienda el fabricante y la norma.

No se presentan obstáculos importantes que impidan realizar las mediciones en los puntos en las distancias preestablecidas.

1.2 RESISTIVIDADES MEDIDAS EN CAMPO Y CÁLCULO DE LA RESISTIVIDAD PROMEDIO.

Tabla 1: MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO: METODO DE LOS 4 PUNTOS (Metodo de WENNER)				
Lugar de medicion	Parque Santa Catalina.	Punto significativo: Terreno área central del predio		
Dirección	Entre Calles 45 Sur y 43 Sur y carreras 72 Q y 72 Q Bis, Localidad 8 Kennedy, BOGOTÁ			
Estado superficial del terreno	Seco	Equipo Utilizado		MI-2086 Eurotest , Marca METREL.
Profundidad de exploración (m)	Separación D	Resistividad ρ (Ω-m)		
	m	Dirección A: S- N	Dirección B: O-E	Promedio ρ (Ω-m)
0,75	1	35,5	31,0	33,25
1.50	2	41,9	58,0	49,95
2.25	3	28,3	52,7	40,5
3.00	4	17,5	62,8	40,15
3.75	5	21,6	29,9	25,75
	Promedio ρ (Ω-m)	28,96	46,88	37,92

1.3 ANALISIS RESISTIVIDAD PROMEDIO TOTAL EN LAS DIRECCIONES A Y B.

El valor promedio de las 10 mediciones de resistividad es de $37,92 \Omega \cdot m$.

Para que el terreno sea considerado como uniforme se requiere una variación máxima del 30%. Esto implica la revisión de cantidad de valores comprendidos dentro del rango de $37,92 \Omega \cdot m \pm 30\% = 26,54 \Omega \cdot m$ a $49,30 \Omega \cdot m$.

Al revisar los diferentes valores de resistividad medidos, encontramos que **5** de los **10** valores está fuera del rango de aceptación. Por tanto el terreno se considera como no uniforme y para obtener la resistividad promedio aplicaremos la metodología de BOX-COX, que modela un suelo uniforme, en una sola capa.

REGISTRO FOTOGRAFICO.



Fotografía 1: medida a 1m, direccion A



Fotografía 2: medida a 2 m, dirección A



Fotografía 3: medida a 3m, direccion A



Fotografía 4: medida a 4m, direccion A



Fotografía 5: medida a 5m, direccion A



Fotografía 6: medida a 1m, direccion B



Fotografía 7: medida a 2m, direccion B



Fotografía 8: medida a 3m, direccion B



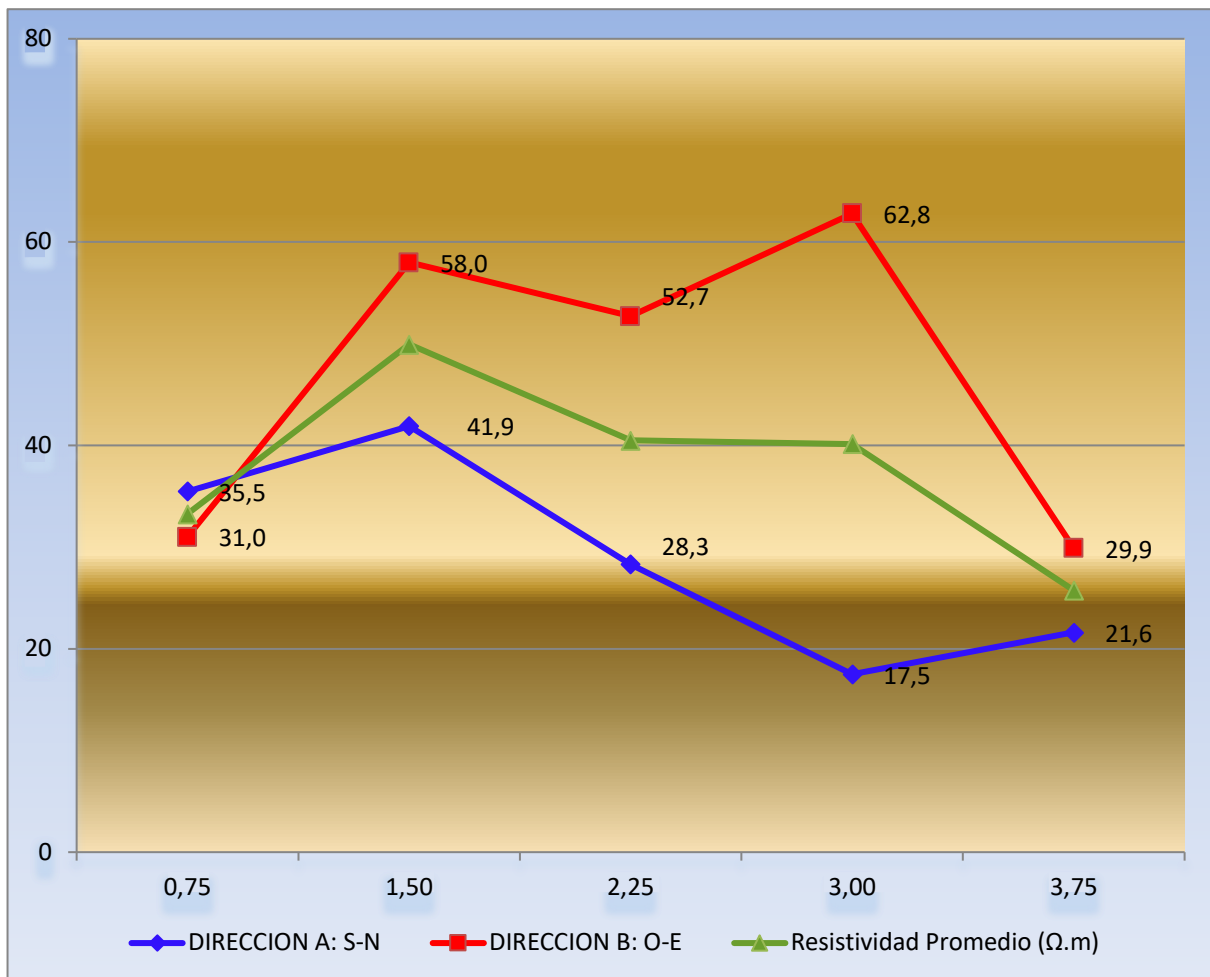
Fotografía 9: medida a 4m, direccion B



Fotografía 10: medida a 5m, direccion B



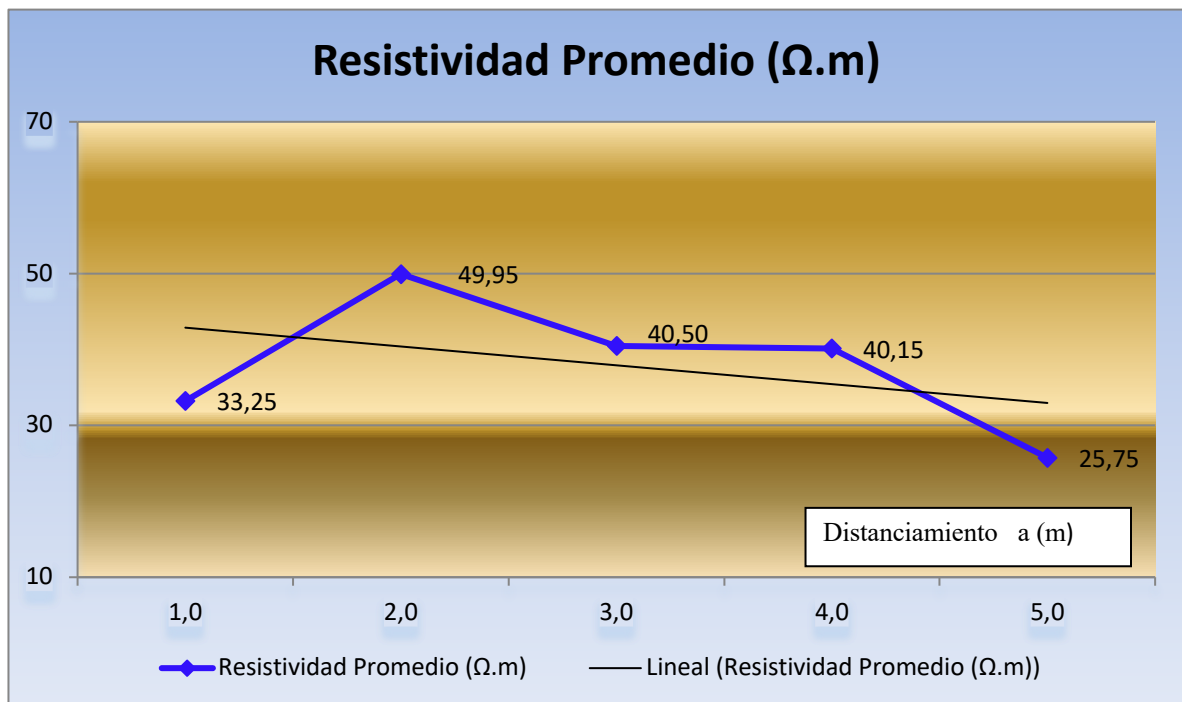
Fotografía 11: Sitio de medición, Parque Santa Catalina, Localidad 8 Kennedy, Barrio santa catalina, Bogota.



Curva 1: Resistividad aparente del Terreno de Parque Santa Catalina, B/ Santa Catalina Localidad 8 Kennedy, Bogota.

1.4 CÁLCULOS PARA UN SUELO UNIFORME TOMANDO EN CUENTA LAS MEDICIONES REALIZADAS EN LA DIRECCIÓN A Y EN LA DIRECCIÓN B, POR EL METODO DE BOX-COX.

Operando los datos de la gráfica de resistividad promedio para las direcciones **A**, **B**, y de su profundidad equivalente en m, a partir de los indicados en la TABLA 1, mediante el método estadístico del Box-Cox, obtenemos un valor de resistividad con una probabilidad del 70% de no ser superada.



Curva 2: Resistividad aparente promedio del terreno de Parque Santa Catalina, Localidad 8 Kennedy, Bogotá.

CALCULO DE LA RESISTIVIDAD POR EL METODO DEL BOX-COX			
SITIO	PREDIO DE FUTURO C. BOITÁ		
DIRECCIÓN	CALLE 45 SUR # 72Q SUR-20, KENNEDY, LOCALIDAD		
CLIENTE	SED, BOGOTA.		
SEPARACION ENTRE ELECTRODOS	MEDIDAS PROMEDIO (X)	LN (Xi)	(Xi-X) ²
1	33,3	3,50405	0,01154
2	50,0	3,91102	0,08972
3	40,5	3,70130	0,00807
4	40,2	3,69262	0,00658
5	25,8	3,24843	0,13181
PROMEDIO		3,61149	0,04954
DESV. ESTÁNDAR			0,22258
Z (70%)			0,52441
RESISTIVIDAD DEL TERRENO CON EL 70% DE PROBABILIDAD DE NO SER SUPERADA (Ωm)			41,60

1.5 CONCLUSIONES:

1. La resistividad del terreno considerado como un terreno uniforme, con una probabilidad del 70% de no ser superada, sin corrección por error de equipos como recomienda la norma IEC, es de $\rho = 41,60 \Omega \cdot m$.
2. Se realiza corrección de valores por error de equipos según recomienda la norma IEC 61557; luego la resistividad final con una probabilidad del 70% de no ser superada es de $\rho = 54,08 \Omega \cdot m$.

Atentamente,



NELSON SAAVEDRA T.
Ing. Electricista U.N.
M.P. 17205-19368



ANEXO 1: CERTIFICADO DE CALIBRACION DE EQUIPO.

Calibration certificate

Page 1 of 2

Model: EUROTTEST 61557

Date: 31. 08. 2018

Serial No.: 18320262

Performed by: Koprivec, Petkovšek




Signature

Date Placed In Service: 30. 08. 2018

Due Date:

Metrel Recommended Cal Interval: 12 months

* The due date may be established (by the customer) by adding the "Recommended Cal Interval" to the "Date Placed In Service."

No.	Function / Ubat=5,5V	Input	Low limit	Reading	Uncertainty	High limit
1	Outlook, battery indication, keys, rotary switch and serial communication			Pass		
2	Test 	0 Ω	0 V	1	1	10 V
	U _{TEST} DC	510 k Ω	475 V	525	3	545 V
		900 k Ω	845 V	923	8	955 V
3	Insulation resistance	0,000 M Ω	0,000 M Ω	0,000	0,001	0,003 M Ω
	R _{ISO} U _N =50V DC	0,100 M Ω	0,092 M Ω	0,099	0,001	0,108 M Ω
		10,00 M Ω	9,47 M Ω	10,08	0,10	10,53 M Ω
		100,0 M Ω	94,7 M Ω	104,0	1,8	105,3 M Ω
	Uiso output/ open circuit	10 M Ω	50 V	62	1	75 V
	Uiso displayed / open circuit	UisoOut	UisoOut - 4 V	62	1	UisoOut + 4 V
4	Insulation resistance	0,100 M Ω	0,096 M Ω	0,099	0,001	0,104 M Ω
	R _{ISO} U _N =250V DC	1,000 M Ω	0,978 M Ω	0,998	0,006	1,022 M Ω
		100,0 M Ω	97,8 M Ω	100,2	0,7	102,2 M Ω
		190 M Ω	186,0 M Ω	191	1,2	194,0 M Ω
5	Insulation resistance	0,000 M Ω	0,000 M Ω	0,000	0,001	0,002 M Ω
	R _{ISO} U _N =1000V DC	1,000 M Ω	0,978 M Ω	1,000	0,006	1,022 M Ω
		190,0 M Ω	186,0 M Ω	187,8	1,2	194,0 M Ω
	Uiso output/ 1M Ω	1 M Ω	1000 V	1039	7	1100 V
	Uiso displayed/ 1M Ω	UisoOut	UisoOut - 23 V	1040	7	UisoOut + 23 V
6	Continuity resistance	0,00 Ω	0,00 Ω	0,00	0,01	0,02 Ω
	R _{±200mA}	1,00 Ω	0,96 Ω	0,99	0,01	1,04 Ω
		19,00 Ω	18,60 Ω	18,91	0,11	19,40 Ω
		1900 Ω	1843 Ω	1888	11	1957 Ω
	I _{±200mA} output/1 Ω Ubat=5V	1 Ω	200 mA	Pass		250 mA
7	Earth resistance	0,00 Ω	0,00 Ω	0,00	0,01	0,03 Ω
	four - lead method	19,0 Ω	18,60 Ω	19,03	0,11	19,40 Ω
		190,0 Ω	185,9 Ω	189,8	1,1	194,1 Ω
		1900 Ω	1859 Ω	1901	11	1941 Ω
		19,00 k Ω	18,05 k Ω	19,05	0,11	19,95 k Ω
	Probe influence R _c , R _p max			Pass		
8	Earth resistance 1 clamp					
	R _{EARTH} 	190,0 Ω	185,9 Ω	187,8	1,1	194,1 Ω
	Additional parallel resistance of 5 Ω	190,0 Ω	114,0 Ω	186,0	2,6	266 Ω
9	Earth resistance 2 clamp					
	R _{EARTH} 	0,00 Ω	0,00 Ω	0,00	0,01	0,02 Ω
		19,00 Ω	17,08 Ω	18,83	0,26	20,9 Ω
		30,0 Ω	24,0 Ω	29,9	1	36,0 Ω
10	Loop resistance N - PE					
	R _{LOOP N - PE}	0,00 Ω	0,00 Ω	0,01	0,01	0,03 Ω
		100,0 Ω	97,7 Ω	100,2	0,6	102,3 Ω
11	Loop impedance					
	Z _{LOOP}	0,57 Ω	0,53 Ω	0,59	0,01	0,61 Ω
		11,64 Ω	11,38 Ω	11,66	0,07	11,90 Ω
		1010 Ω	988 Ω	1015	6	1032 Ω



METREL®

Measurement and Regulation Equipment Manufacturers

METREL d.d.
Ljubljanska c. 77
SI - 1354 HORJUL
SLOVENIA

Tel.: (+386 1) 7558 200
Fax.: (+386 1) 7549 095
<http://www.metrel.si>
e-mail: metrel@metrel.si

Calibration certificate

Page 2 of 2


Model: EUROTEST 61557

Date: 31. 08. 2018

Serial No.: 18320262

Performed by: Koprivec, Petkovšek

Signature

No.	Function / Ubat=5,5V	Input	Low limit	Reading	Uncertainty	High limit
12	Line impedance Z_{LINE}	0,57 Ω 101,9 Ω	0,53 Ω 99,6 Ω	0,59 101,7	0,01 0,6	0,61 Ω 104,2 Ω
13a	Contact voltage					
	$U_c / I_{\Delta} N = 10mA, R_{LOOP}$	0,57 Ω	0,00 V	0,03	0,01	0,20 V
	$U_c / I_{\Delta} N = 30mA, R_{LOOP}$	1010 Ω	30,3 V	31,5	0,2	33,3 V
	$U_c / I_{\Delta} N = 1000mA, R_{LOOP}$	0,57 Ω	0,37 V	0,64	0,03	0,82 V
13b	Earth / Loop Resistance					
	$R_s / I_{\Delta} N = 30mA$	3 Ω	0,95 Ω	3,28	0,1	5,05 Ω
	$R_s / I_{\Delta} N = 100mA$	3 Ω	2,15 Ω	3,20	0,05	3,85 Ω
	$R_s / I_{\Delta} N = 30mA$	1000 Ω	950 Ω	990	5	1050 Ω
	$R_s / I_{\Delta} N = 1000mA$	0,57 Ω	0,30 Ω	0,60	0,02	0,84 Ω
14	RCD trip time $I_{\Delta} N = 100mA$	18,3 ms	15 ms	18	1	21 ms
15	Residual currents: values, shapes			Pass		
16	Phase rotation			Pass		
17	Input voltage AC (worst case) $U_{L1-L2}, U_{L1-L3}, U_{L2-L3}$	0 V 400 V	0 V 390 V	0 400	1 3	2 V 410 V
18	Locator: inductive, capacitive mod			Pass		
19	Power measurement Pw:(active power) 230V / 1A PF	230 W 1,00	214 W 0,99	233 1,00	4 0,01	246 W 1,00
20	Harmonic analysis of voltage HARMONICS: VOLTAGE					
	230V sine-wave / 50Hz - 1. har	230 V	216 V	230	2	244 V
	100V sine-wave / 950Hz - 19. har	100 V	92 V	102	1	108 V
21	Harmonic analysis of current HARMONICS: CURRENT					
	1A sine-wave / 950Hz - 19. har	950 mA	903 mA	928	5	997 mA
22	AC current TRMS CURRENT 	0,0 mA 10,0 mA 95 mA 950 mA 9,5 A 190 A	0,0 mA 9,2 mA 90,0 mA 903 mA 9,03 A 181 A	0,2 9,9 95,8 964 9,47 189	0,1 0,1 0,5 5 0,05 1	0,3 mA 10,8 mA 100 mA 997 mA 9,97 A 199 A

All results in accordance with technical specification.

Reference instruments:

No.	Instrument	Type	Certificate No.	Due
1	Calibration System	9100, Wavetek	18C01351	31. 07. 2019



METREL®

Measurement and Regulation Equipment Manufacturers

METREL d.d.
Ljubljanska c. 77
SI - 1354 HORJUL
SLOVENIA

Tel.: (+386 1) 7558 200
Fax.: (+386 1) 7549 095
<http://www.metrel.si>
e-mail: metrel@metrel.si

Metrel Certificate of Calibration Practices

The Metrel Quality System is certified by BVQI according to Quality standard ISO 9001 : 2008, Certificate No. SL21120Q. The Metrel hereby certifies that the above instrument was calibrated in accordance with applicable Metrel calibration procedures during the manufacturing process. These processes are ISO 9001 controlled and are designed to assure that the instrument will meet its published specification.

The Metrel further certifies that the measurement standards and instruments used during the calibration of this instrument are traceable to the (inter)national standards.

The policies and procedures at this facility comply with EN ISO/IEC 17025.

Environmental conditions: Temperature: $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
Relative humidity: 10 % to 75 %

Calibration Procedure: "Name of Model / Type"

Uncertainty: The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by coverage factor $k = 2$, which for a nominal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EA Publication EA-4/02.



Edo Reven
Chief Executive Officer



Janko Mole
Head of Calibration Laboratory