

**MANUAL PARA LA INTERPRETACIÓN DEL PERFIL DE RESISTIVIDAD
OBTENIDO AL REALIZAR EL ESTUDIO DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO A
PARTIR DE LAS CONFIGURACIONES DEL MÉTODO DE WENNER**

**JUAN DAVID CÁRDENAS VALENCIA
ESTEBAN GALVIS GARCIA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGIAS
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA 2011**

**MANUAL PARA LA INTERPRETACIÓN DEL PERFIL DE RESISTIVIDAD
OBTENIDO AL REALIZAR EL ESTUDIO DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO A
PARTIR DE LAS CONFIGURACIONES DEL MÉTODO DE WENNER**

**JUAN DAVID CÁRDENAS VALENCIA
ESTEBAN GALVIS GARCIA**

**Proyecto de grado
Presentado como requisito para optar el título de:
Tecnólogo Eléctrico**

**DIRECTOR
JORGE HUMBERTO SANZ
INGENIERO ELECTRICISTA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGIAS
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA 2011**

“A mi madre Martha Lucia García que ha sido mi gran inspiración y me ha dado el gran ejemplo de que hay que luchar constantemente para no dejar morir los sueños, a mi padre Luis Fernando Galvis por ser un excelente consejero, a mi Hermano Andrés Galvis por siempre estar ahí y brindarme su apoyo incondicional, Cristian García, y Gustavo Ayala grandes amigos y excelentes personas sin su apoyo incondicional y sus buenos deseos no hubiera sido posible realizar este logro.

ESTEBAN GALVIS GARCIA

“Con cariño y aprecio este esfuerzo a Dios, mis padres y hermanos, estímulo de apoyo y ejemplo en mis propósitos y logros, a mis grandes amigos Gustavo Ayala, Cristian García, Jessica Bedoya y Laura Restrepo por su colaboración y su gran apoyo”

JUAN DAVID CARDENAS

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales al Ingeniero Jorge Humberto Sanz por su colaboración y orientación en este proyecto.

Al director e Ingeniero Carlos Alberto Porras que nos facilito los instrumentos necesarios de medida utilizados en esta práctica.

A nuestros compañeros que nos apoyaron y ayudaron para la elaboración de este trabajo.

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma director proyecto de grado

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	11
2. OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo General	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3. CAPITULO 1	13
3.1 Biografía James Frank Wenner:.....	13
4. CAPITULO 2	14
4.1 Resistividad de los materiales	14
4.2 Clasificación de suelos.....	16
4.2.1 Variables que afectan la resistividad de un terreno.	18
4.3 Medición de la resistividad del terreno.	21
4.4 Método de Wenner.....	22
4.4.1 Sondeo eléctrico vertical de Wenner.	25
5. CAPITULO 3	27
5.1 Localización del proyecto	27
6. CAPITULO 4	28
6.1 Mediciones en el terreno.	28
7. Tablas de comparación de resistividad para diferentes días	83
8. ANALISIS DE RESULTADOS DE LAS GRAFICAS	89
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
10. GLOSARIO.....	92
11. BIBLIOGRAFÍA.....	94

Lista de tablas

Tabla 1: Resistividades típicas de algunos materiales	15
Tabla 2: Resistividades de distintos tipos de terreno.....	17
Tabla 3: Variación de resistividad de un suelo en función de la temperatura.....	19
Tabla 4: Mayo 16 Configuración a	29
Tabla 5: Mayo 16 Configuración b.....	30
Tabla 6: Mayo 16 Configuración c	31
Tabla 7: Mayo 16 Configuración d.....	32
Tabla 8: Mayo 16 Configuración e.....	33
Tabla 9: Mayo 16 Configuración f.....	34
Tabla 10: Mayo 18 Configuración a.....	35
Tabla 11: Mayo 18 Configuración b.....	36
Tabla 12: Mayo 18 Configuración c.....	37
Tabla 13: Mayo 18 Configuración d.....	38
Tabla 14: Mayo 18 Configuración e.....	39
Tabla 15: Mayo 18 Configuración f.....	40
Tabla 16: Mayo 19 Configuración a.....	41
Tabla 17: Mayo 19 Configuración b.....	42
Tabla 18: Mayo 19 Configuración c.....	43
Tabla 19: Mayo 19 Configuración d.....	44
Tabla 20: Mayo 19 Configuración e.....	45
Tabla 21: Mayo 19 Configuración f.....	46
Tabla 22: Mayo 20 Configuración a.....	47
Tabla 23: Mayo 20 Configuración b.....	48
Tabla 24: Mayo 20 Configuración c.....	49
Tabla 25: Mayo 20 Configuración d.....	50
Tabla 26: Mayo 20 Configuración e.....	51
Tabla 27: Mayo 20 Configuración f.....	52
Tabla 28: Mayo 26 Configuración a.....	53
Tabla 29: Mayo 26 Configuración b.....	54
Tabla 30: Mayo 26 Configuración c.....	55
Tabla 31: Mayo 26 Configuración d.....	56
Tabla 32: Mayo 26 Configuración e.....	57
Tabla 33: Mayo 26 Configuración f.....	58
Tabla 34: Mayo 30 Configuración a.....	59
Tabla 35: Mayo 30 Configuración b.....	60

Tabla 36: Mayo 30 Configuración c	61
Tabla 37: Mayo 30 Configuración d.....	62
Tabla 38: Mayo 30 Configuración e.....	63
Tabla 39: Mayo 30 Configuración f.....	64
Tabla 40: Junio 8 Configuración a	65
Tabla 41: Junio 8 Configuración b	66
Tabla 42: Junio 8 Configuración c.....	67
Tabla 43: Junio 8 Configuración d.....	68
Tabla 44: Junio 8 Configuración e	69
Tabla 45: Junio 8 Configuración f	70
Tabla 46: Junio 13 Configuración a	71
Tabla 47: Junio 13 Configuración b.....	72
Tabla 48: Junio 13 Configuración c	73
Tabla 49: Junio 13 Configuración d.....	74
Tabla 50: Junio 13 Configuración e	75
Tabla 51: Junio 13 Configuración f.....	76
Tabla 52: Junio 17 Configuración a	77
Tabla 53: Junio 17 Configuración b.....	78
Tabla 54: Junio 17 Configuración c	79
Tabla 55: Junio 17 Configuración d.....	80
Tabla 56: Junio 17 Configuración e	81
Tabla 57: Junio 17 Configuración f.....	82
Tabla 58: Comparación de los resultados obtenidos con la configuración (a) del método de Wenner	83
Tabla 59: Observaciones de la ilustración 10.....	83
Tabla 60: Comparación de los resultados obtenidos con la configuración (b) del método de Wenner	84
Tabla 61: Observaciones de la ilustración 11.....	84
Tabla 62: Comparación de los resultados obtenidos con la configuración (c) del método de Wenner	85
Tabla 63: Observaciones de la ilustración 12.....	85
Tabla 64: Comparación de los resultados obtenidos con la configuración (d) del método de Wenner	86
Tabla 65: Observaciones de la ilustración 13.....	86
Tabla 66: Comparación de los resultados obtenidos con la configuración (e) del método de Wenner	87
Tabla 67: Observaciones de la ilustración 14.....	87
Tabla 68: Comparación de los resultados obtenidos con la configuración (f) del método de Wenner	88
Tabla 69: Observaciones de la ilustración 15.....	88

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1: Muestra de un material resistivo de sección transversal A y de longitud L ...	14
Ilustración 2: Variación del campo eléctrico producido por los electrodos AB. (a) Variación Vertical, (b) Variación Horizontal.....	17
Ilustración 3: Representación de un terreno estratificado	18
Ilustración 4: Esquema de montaje por el Método de Wenner.	22
Ilustración 5: Configuración del método de Wenner.....	24
Ilustración 6: Principio del SEV. A medida que A y B se separan, la corriente va penetrando en las capas más profundas.	25
Ilustración 7: Sondeo Wenner. La distancia interelectrónica pasa de a (AMNB) a $n \cdot a (A'M'N'B')$	25
Ilustración 8: Terreno	27
Ilustración 9: Telurómetro AAMC 4500	27
Ilustración 10: Grafica Obtenida a partir de los resultados obtenidos en la Tabla 58	83
Ilustración 11: Grafica Obtenida a partir de los resultados obtenidos en la Tabla 60.....	84
Ilustración 12: Grafica Obtenida a partir de los resultados obtenidos en la Tabla 62.....	85
Ilustración 13: Grafica Obtenida a partir de los resultados obtenidos en la Tabla 64.....	86
Ilustración 14: Grafica Obtenida a partir de los resultados obtenidos en la Tabla 66.....	87
Ilustración 15: Obtenida a partir de los resultados obtenidos en la Tabla 68	88

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1.....	14
Ecuación 2.....	20
Ecuación 3.....	23
Ecuación 4.....	23
Ecuación 5.....	23

INTRODUCCIÓN

Los datos de la resistencia del suelo son el factor clave en el diseño de un sistema de puesta a tierra, para un objetivo de funcionamiento específico. Todo suelo conduce corriente eléctrica, con algunos suelos teniendo una buena conductividad eléctrica mientras que la mayoría tiene conductividad eléctrica inferior.

La resistencia del suelo varía extensamente en el mundo entero y cambia dramáticamente dentro de áreas pequeñas. La resistencia del suelo es influenciada principalmente por el tipo de tierra (arcilla, pizarra, etc.), contenido de agua, la cantidad de electrolitos (los minerales y sales disueltas) y finalmente, la temperatura.

Al diseñar un sistema de aterramiento para un objetivo de funcionamiento específico, es necesario medir exactamente la resistividad del suelo del sitio donde el sistema de puesta a tierra será instalada. El diseño de sistema de puesta a tierra es un proceso de ingeniería que remueve la conjetura y el “arte” de poner a tierra. Permite que el aterramiento sea hecho de “manera correcta la primera vez”. El resultado es un ahorro en costos evitando los cambios de orden y las “mejoras” de la tierra.

Existen diversas técnicas geofísicas, las cuales intentan distinguir o reconocer las formaciones geológicas que se encuentran en profundidad mediante algún parámetro físico, como por ejemplo en sísmica por la velocidad de las ondas o en prospección eléctrica por la resistividad, o en algún caso su inverso, la conductividad. Algunas de estas técnicas más modernas son muy precisas, pero actualmente se sigue utilizando los sondeos eléctricos verticales, dada por su sencillez y relativa economía del equipo necesario.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Realizar un manual para la interpretación del perfil de resistividad obtenido al realizar el estudio de la resistividad del suelo a partir de las variaciones del método de Wenner.

2.2 Objetivos Específicos

- Importancia de los parámetros eléctricos del suelo para el diseño de un sistema de puesta a tierra.
- Entender el concepto de resistividad.
- Identificar el comportamiento resistivo del suelo.
- Analizar la coherencia de los resultados obtenidos.
- Recopilar y elaborar los datos obtenidos.
- Ejecución del trabajo de campo.

3. CAPITULO 1

3.1 Biografía James Frank Wenner:

James Frank Wenner, nació en los Estados Unidos de América. Dr. Frank Wenner fue el primero en introducir el concepto de resistividad aparente en 1912 fue un físico y trabajo por un poco más de treinta años en la Oficina Nacional de Normas (NBS), y fue jefe de la NBS eléctrica sección de medición de resistencia.

Obras más importantes en manos de Frank Wenner:

- Un estudio teórico y experimental de la vibración galvanómetro.
- Aparato para la determinación de a bordo del barco de la salinidad del agua de mar por el método de conductividad eléctrica.
- Un método de medición de la resistividad del terreno.
- La prueba de los potenciómetros, de Frank Wenner y Ernest Weibel.
- Métodos de medición de las inductancias de baja resistencia a las normas.
- Un método de medición de la resistividad del terreno.
- La medición de baja resistencia a través del puente de Wheatstone, por Frank Wenner.
- Uno de los principios que rigen la distribución de la corriente en los sistemas de conductores lineales.
- La medición de resistencia baja por medio del puente de Wheatstone.
- Un estudio teórico y experimental del galvanómetro.
- Métodos de medición de las inductancias de baja resistencia a las normas.

4. CAPITULO 2

4.1 Resistividad de los materiales

Todas las sustancias se oponen en menor o mayor grado al paso de la corriente eléctrica, esta oposición es a la que llamamos resistencia eléctrica., los aislantes tienen una resistencia muy alta y los materiales buenos conductores de la electricidad tienen una resistencia eléctrica muy baja. Definimos resistividad al grado de dificultad que encuentran los electrones en sus desplazamientos. Se designa por la letra griega rho “ ρ ” y se mide en ohm por metro “ $\Omega\cdot m$ ”

Por definición:

$$\rho = \frac{E}{J} = R \frac{A}{L} \quad \text{Ecuación 1}$$

En donde:

ρ es la resistividad ($\frac{(V)(m)}{A}$ o $\Omega\cdot m$).

E es la magnitud del Campo Eléctrico. ($\frac{V}{m}$)

J es la magnitud de la densidad de corriente ($\frac{A}{m^2}$)

R es la resistencia eléctrica de una muestra homogénea de material (Ω).

L la longitud de la porción de material (m).

A es el área de la sección transversal de la muestra (m^2)

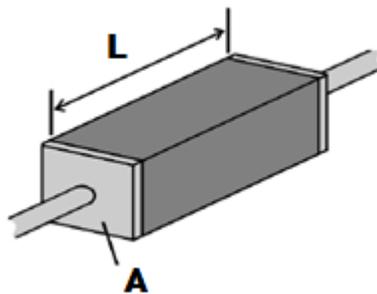


Ilustración 1: Muestra de un material resistivo de sección transversal A y de longitud L

El valor de la resistividad describe el comportamiento de un material frente al paso de corriente eléctrica, por lo que da una idea de lo buen o mal conductor que es. Un valor alto de resistividad indica que el material es mal conductor mientras que uno bajo indicará que es un buen conductor.

Generalmente la resistividad de los semiconductores disminuye ante el aumento de la temperatura, mientras que la resistividad de los metales aumenta con la temperatura.

Algunas resistividades típicas de materiales se muestran en la siguiente tabla:

Material	Resistividad ($\Omega\cdot m$) a 20 °C
Plata	1.59×10^{-8}
Cobre	1.68×10^{-8}
Oro	2.44×10^{-8}
Aluminio	2.82×10^{-8}
Calcio	3.36×10^{-8}
Tungsteno	5.60×10^{-8}
Zinc	5.90×10^{-8}
Níquel	6.99×10^{-8}
Hierro	1×10^{-7}
Platino	1.06×10^{-7}
Estaño	1.09×10^{-7}
Plomo	2.2×10^{-7}
Constatan	4.9×10^{-7}
Mercurio	9.8×10^{-7}
Nicromo	1.10×10^{-6}
Carbono	10^{22} a 10^{24}
Germanio	4.6×10^{-1}
Agua de Mar	2×10^{-1}
Silicona	6.40×10^2
Vidrio	10^{10} a 10^{14}
Ebonita	Aproximadamente 10^{13}
Cuarzo(fundido)	7.5×10^{17}
Teflón	3.5×10^{-5}

Tabla 1: Resistividades típicas de algunos materiales

La resistividad real coincidiría con la resistividad aparente sólo en el caso cuando el terreno es homogéneo. En la práctica, el valor de resistividad obtenido de una medición de terreno es una mezcla de las resistividades de diversos materiales. A este valor se le denomina resistencia aparente " ρ_a ".

4.2 Clasificación de suelos

Los dos principales constituyentes de suelos son el óxido de aluminio y el óxido de silicio los cuales son excelentes aislantes eléctricos; no obstante, normalmente es posible detectar una conducción eléctrica apreciable en el terreno. Esto se debe a que:

- a) La cantidad de corriente transportada puede alcanzar valores importantes aún en un mal conductor, si el volumen que participa es considerable.
- b) La conductividad del suelo se debe en gran medida a la presencia de humedad y sales en solución en los intersticios dejados por las formaciones rocosas o masas minerales.

De la primera observación se deduce que el proceso de conducción en suelos es de carácter electroquímico y depende de factores como:

- Conductividad del agua que llena los poros
- Porosidad de materiales componentes del terreno
- Distribución y disposición de los poros.

La conductividad del agua se compone de una conductividad primaria (la propia del agua) y una conductividad secundaria (la adquirida por disolución del material y sales) que depende del estancamiento.

Así, considerando el tipo de agua que llena los poros del material que compone el terreno y la resistividad del agua, es posible una clasificación estimativa de los terrenos de acuerdo a su resistividad como se muestra en la siguiente tabla:

Tipo de terreno	Resistividad ρ ($\Omega\text{-m}$)
Terrenos vegetales húmedos	10-50
Arcilla, gredas, limos	20 - 60
Arenas arcillosas	80 - 120
Fangos, turbas	150 - 300
Arenas	250 - 500
Suelos pedregosos	300 - 400
Rocas	1.000 - 10.000
Concreto húmedo	100 - 240
Concreto seco	10.000 - 50.000

Tabla 2: Resistividades de distintos tipos de terreno.

Estos valores estimativos pueden usarse con buen criterio, sólo en caso de imposibilidad de conocer la resistividad real mediante mediciones en el terreno. Toda corriente que fluye a través de un medio de alta resistividad, genera una diferencia de potencial importante en el medio. De lo que se desprende que la circulación de corriente por el terreno puede desarrollar un gradiente de potencial (y por ende un campo eléctrico) elevado y afectar extensas regiones, en particular sobre la superficie del suelo.

En general la variación de resistividad en la dirección horizontal es reducida comparada con las dimensiones normales de una puesta a tierra y puede por lo tanto ser despreciada.

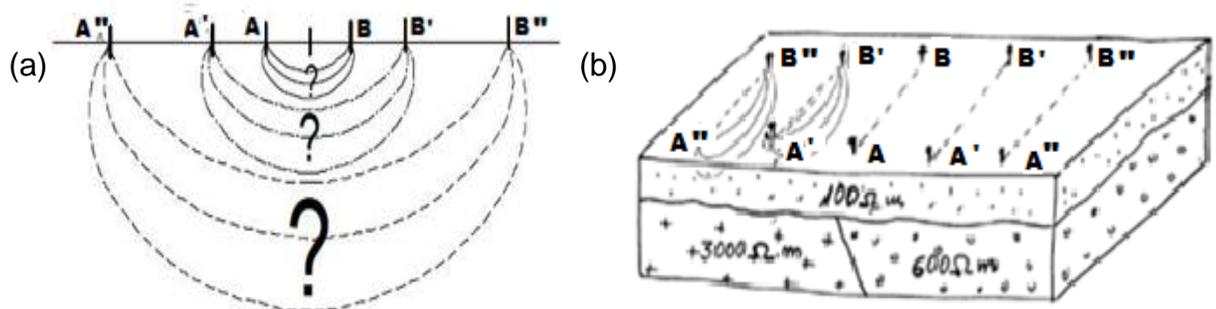


Ilustración 2: Variación del campo eléctrico producido por los electrodos AB. (a) Variación Vertical, (b) Variación Horizontal.

Por ende, en la práctica, un terreno puede ser razonablemente representado por un modelo de estratos paralelos a la superficie del suelo, caracterizado cada uno de ellos por su espesor y un valor constante de resistividad, tal como lo muestra la Figura 3. El estrato homogéneo más profundo se considera de espesor infinito (no se conoce el espesor de la última capa).



Ilustración 3: Representación de un terreno estratificado

4.2.1 Variables que afectan la resistividad de un terreno.

Para un tipo de terreno determinado, su resistividad puede verse significativamente afectada por varios factores:

a) Humedad.

La humedad que posee el terreno determina fuertemente su resistividad. El agua que contiene el terreno, debido a su estado higrométrico, es la que influye.

Siempre que se añada agua a un terreno disminuye la resistividad respecto a la que tendría en seco. Se dice que un terreno está “saturado” cuando todos sus intersticios están llenos de agua.

Por efectos de la evaporación natural de la superficie del terreno, se produce un empobrecimiento del agua contenida en los agregados, fenómeno que se propaga lentamente desde la superficie hacia los estratos más profundos. Este fenómeno tiene más importancia cuanto más seco sea el clima del lugar y cuanto más superficial es la ubicación de la puesta a tierra.

Para una cierta región geográfica, el contenido de humedad del suelo depende de sus características climáticas, por lo que en las puestas a tierra se debe considerar la época del año que ofrezca la peor condición. En épocas de lluvias, el nivel freático se aproxima a la superficie del terreno, presentando éste una resistividad menor que en el periodo de sequía, en el que dicho nivel se aleja en profundidad de la superficie. A lo largo del año, se presentan variaciones estacionales que son más acusadas, cuanto más próxima a la superficie se encuentre la puesta a tierra.

b) Temperatura.

La temperatura del terreno también es un factor importante a considerar dentro del estudio de los factores que determinan la resistividad de los suelos. La tierra seca es un aislador excelente; al aire y al sol, las capas de arena seca de la superficie se acercan mucho a la condición de buen aislador. En general, el grosor de tales capas secas no es muy grande, alcanzan sólo entre 10 y 20 centímetros.

La escarcha tiene una penetración más profunda, entre 50 y 100 centímetros, o más, según el estrato, por el cual, las tomas a tierra deben ser a mayor profundidad dado que, el grado de la humedad, tal como se sabe, es un factor esencial en la conductividad, debido a que el hielo es un aislante. Para valores superiores al punto del congelamiento del agua, e inferiores a 100[°C], la resistividad de los suelos disminuye al aumentar la temperatura, por la mayor movilidad de los iones en el agua.

La tabla siguiente muestra la variación de la resistividad de un suelo compuesto de una mezcla de arcilla y arena con un 15 % de contenido de agua.

Temperatura °C	Resistividad Típica (Ω -m)
20	2
10	40
Agua	50
Hielo	90
-5	100

Tabla 3: Variación de resistividad de un suelo en función de la temperatura

ρ inversamente proporcional a:

- Temperatura
- Cuadrado de Humedad

Existe una expresión analítica aproximada que intenta cuantificar la influencia de estos dos parámetros en el valor de resistividad y que pretende ser independiente del tipo de terreno:

$$\rho = \frac{1.3 \times 10^4}{(1 + 0.73H^2)(1 + 0 - 0.03T)} \quad \text{Ecuación 2}$$

En esta expresión, conocida como "ecuación de Albrecht", se incorpora la humedad del suelo, en % de peso (H) y su temperatura en grados Celsius (T). Se recomienda su utilización sólo para el cálculo comparativo de la influencia de los parámetros en la resistividad del terreno.

c) Compactación del suelo.

Una mayor compactación del suelo disminuye la distancia entre las partículas y se logra una mejor conducción a través de la humedad contenida. A medida que se aumenta el contenido de humedad, se alcanza una especie de saturación ya que el agua envuelve la mayoría de las partículas y un mayor acercamiento entre éstas no influye en la conducción.

d) Concentración de sales disueltas.

La concentración de sales disueltas en el terreno es un factor determinante en la resistividad del mismo. Al existir una mayor concentración de sal en el suelo, éste mejora su conductividad. En forma general, entonces, se podría establecer que mejor conductor es el terreno mientras mayor contenido de sal haya en él.

El agua disocia las sales en iones y cationes que se encargan de transportar los electrones por el terreno. Para comprender este fenómeno, sólo se debe recordar el comportamiento eléctrico del agua. El agua destilada es aislante y aunque introduzcamos unos electrodos en el interior de un recipiente conectados a un

batería, no circulará energía eléctrica a través de ella. Si al agua le añadimos más compuestos salinos, por ejemplo, cloruro de sodio o sal común, comenzará a circular electricidad y a medida que añadamos más sal, circulará más electricidad; esto es debido a que los electrones se desplazan por el agua gracias a los iones disociados. En los lugares de lluvias estacionales, hay que tener muy presente estos fenómenos, debido a que en la época de lluvias el terreno presenta una resistividad muy baja (la lluvia disuelve las sales del terreno), mientras que en la época seca la resistividad es muy alta.

4.3 Medición de la resistividad del terreno.

La resistividad del terreno es de importancia decisiva en el proyecto de una puesta a tierra y la única forma de conocerla con exactitud es mediante medidas directas de campo. En líneas generales, la medida se efectúa según una cierta disposición de electrodos de corriente y de potencial.

Teniendo presente el modelo de terreno estratificado de la Figura 3 el objetivo de las mediciones es conocer la resistividad y espesor de cada una de las capas constituyentes, hasta una profundidad que depende de la zona de influencia de la puesta a tierra; esta zona puede definirse como aquella limitada por la profundidad a la cual el potencial tiene un valor igual al 5% del potencial de la puesta a tierra. Sin embargo, las diversas configuraciones básicas de electrodos posibles suponen para cada medida la existencia de un medio homogéneo, lo cual conduce a la determinación de una "resistividad aparente", que depende de las distancias particulares a las que se ubican los electrodos. La resistividad aparente puede definirse como aquella correspondiente a un terreno homogéneo en el cual, para la disposición dada de electrodos e igual magnitud de corriente inyectada al medio, se produce una misma elevación de tensión medida en el terreno no homogéneo. La resistividad aparente, o resistividad del terreno homogéneo equivalente, no corresponde necesariamente a ninguno de los valores de resistividad presentes en el terreno no homogéneo, pero sí depende de las características de éste. El comportamiento de la separación de los electrodos proporcionará una guía para la determinación de las características de resistividad del terreno. Las configuraciones básicas de electrodos usualmente empleadas pueden clasificarse en configuraciones de tres y cuatro electrodos, respectivamente. La configuración de tres electrodos o barra piloto se usa

preferentemente para medir resistencias efectivas de puesta a tierra y escasamente para deducir valores de resistividad del terreno.

4.4 Método de Wenner

Generalmente la resistividad del terreno se mide por el método universal de cuatro puntos desarrollado por el Dr. Frank Wenner en 1915. El mismo resulta el más seguro en la práctica para medir la resistividad promedio de volúmenes extensos de suelos naturales.

Este método consiste en calcular la resistividad aparente del terreno colocando cuatro electrodos en el suelo dispuestos en línea recta con la misma distancia «a» entre ellos y enterrados a una profundidad que debe ser igual y menor al 5% del espaciamiento de los electrodos, luego estos se conectan a los bornes del instrumento de medida denominado telurómetro o Megger mediante cables aislados respectivos.

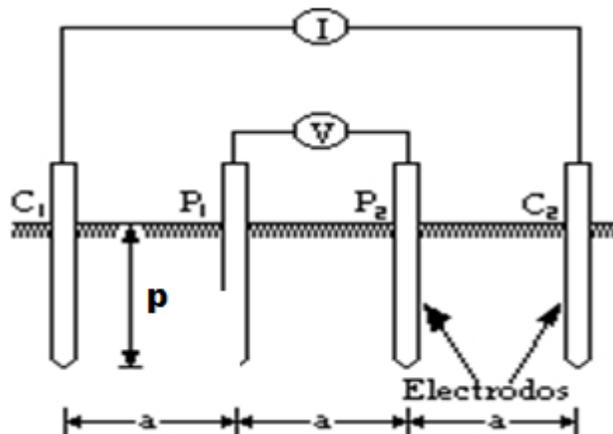


Ilustración 4: Esquema de montaje por el Método de Wenner.

El principio de funcionamiento se da de la siguiente manera: al introducir una intensidad I en el terreno a través de los electrodos de corriente “C1” y “C2”, aparecerá en los electrodos de tensión “P1” y “P2” una diferencia de potencial “V” que mediremos con el aparato.

El medidor tiene una resistencia variable en su interior que es la que varía la intensidad I que se introduce en el terreno. El medidor también registra la tensión “ V ” que se detecta entre los bornes de tensión.

La relación entre la “ V ” y la “ I ” (Ley de Ohm), es el valor de la resistencia variable que se registra en el medidor:

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{Ecuación 3}$$

Entonces el valor de la resistividad aparente que se calculará para un estrato de terreno será:

$$\rho = \frac{4\pi \cdot a \cdot R}{\left(1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + b^2}} - \frac{2a}{\sqrt{4a^2 + 4b^2}}\right)} \quad \text{Ecuación 4}$$

A una relación aproximada de $a > 20 \cdot b$ se recomienda utilizar la siguiente expresión para encontrar la resistividad del suelo.

Donde:

$$\rho = 2\pi \cdot a \cdot R \quad \text{Ecuación 5}$$

ρ = Resistividad promedio en ohmios por metro (Ω -m).

a = Distancia de separación entre electrodos.

R = Lectura del telurómetro en ohmios (Ω).

π = 3.1415926...

Estas son las variaciones en la disposición de los electrodos en el método de Wenner.

	Disposición de los Electrodo.	Coefficiente del Dispositivo	$a > 20\rho$
a		$\rho = \frac{4\pi R a}{\left(1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4\rho^2}} - \frac{2a}{\sqrt{4a^2 + 4\rho^2}}\right)}$	$\rho = 2\pi a R$
b		$\rho = \frac{4\pi R a}{\left(1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4\rho^2}} - \frac{2a}{\sqrt{4a^2 + 4\rho^2}}\right)}$	$\rho = 2\pi a R$
c		$\rho = \frac{4\pi R a}{\left(\frac{1}{3} + \frac{a}{\sqrt{a^2 + 4\rho^2}} - \frac{2a}{\sqrt{4a^2 + 4\rho^2}} + \frac{a}{\sqrt{a^2 + 4\rho^2}}\right)}$	$\rho = 6\pi a R$
d		$\rho = \frac{4\pi R a}{\left(\frac{1}{3} + \frac{a}{\sqrt{a^2 + 4\rho^2}} - \frac{2a}{\sqrt{4a^2 + 4\rho^2}} + \frac{a}{\sqrt{a^2 + 4\rho^2}}\right)}$	$\rho = 6\pi a R$
e		$\rho = \frac{4\pi R a}{\left(\frac{2}{3} + \frac{a}{\sqrt{a^2 + 4\rho^2}} - \frac{a}{\sqrt{9a^2 + 4\rho^2}}\right)}$	$\rho = 3\pi a R$
f		$\rho = \frac{4\pi R a}{\left(\frac{2}{3} + \frac{a}{\sqrt{a^2 + 4\rho^2}} - \frac{a}{\sqrt{9a^2 + 4\rho^2}}\right)}$	$\rho = 3\pi a R$

Ilustración 5: Configuraciones del método de Wenner

4.4.1 Sondeo eléctrico vertical de Wenner.

La finalidad del sondeo eléctrico vertical (SEV) es la determinación del número de capas del subsuelo, a partir de medidas de la diferencia de potencial en la superficie. Se utiliza para determinar las variaciones de la resistividad con la profundidad.

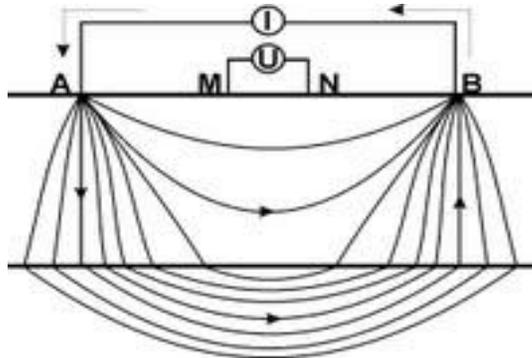


Ilustración 6: Principio del SEV. A medida que A y B se separan, la corriente va penetrando en las capas más profundas.

La profundidad de penetración de la corriente eléctrica depende de la separación de los electrodos inyectoros "AB". Si la distancia entre los electrodos "AB" aumenta, la corriente circula a mayor profundidad pero su densidad disminuye.

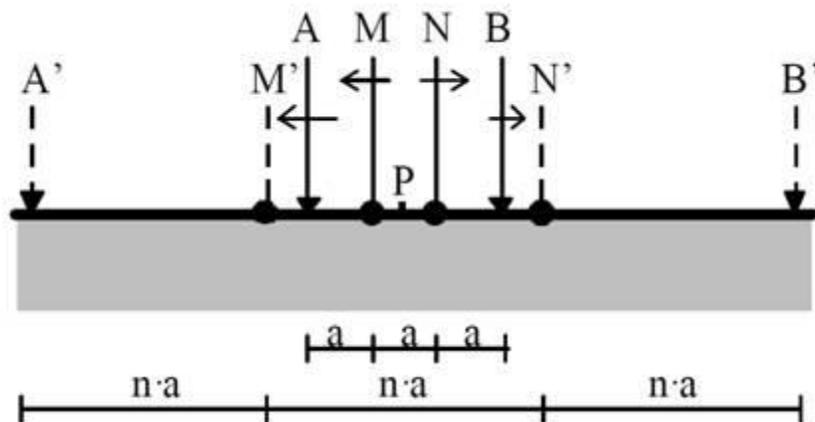


Ilustración 7: Sondeo Wenner. La distancia interelectrónica pasa de a (AMNB) a $n \cdot a$ (A'M'N'B')

Cualquiera sea la configuración de electrodos empleada, el centro y el eje de medición se mantienen fijos mientras se aumenta la separación entre electrodos (figura 6).

Para la representación de los datos se muestra en ordenadas el valor de la resistividad aparente medida, " ρ ", en (Ω -m), y en abscisas el valor de a en metros para cada paso.

La configuración de Wenner presenta las siguientes ventajas:

- La interpretación de los valores de " R " medidos en terreno, es mas directa en términos de resistividad aparente. Esto permite visualizar con facilidad la tendencia del grafico de campo.
- Los instrumentos pueden ser de menor sensibilidad que los empleados con la configuración de Schlumberger, ya que a medida que se separan los electrodos de Corriente, también lo hacen los de potencial [7].

5. CAPITULO 3

5.1 Localización del proyecto

Para el desarrollo de nuestro trabajo y la aplicación de las variaciones del método de Wenner se escogió un terreno ubicado en la Universidad tecnológica de Pereira en las canchas de medicina enseguida de la cancha de squash. Este es un terreno virgen y sus dimensiones fueron 15mx15m.



Ilustración 8: Terreno

Para este trabajo el instrumento utilizado para la toma de medidas fue el Telurómetro AAMC 4500 y su frecuencia de 128Hz del laboratorio de tierras de la Universidad Tecnológica de Pereira.



Ilustración 9: Telurómetro AAMC 4500

6. CAPITULO 4

6.1 Mediciones en el terreno.

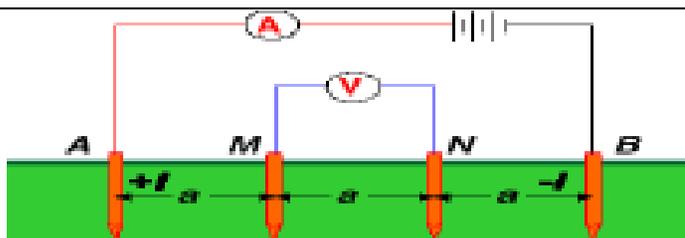
A continuación se hará una descripción de los días de la toma de las muestras y su último día de lluvia.

- 16 de mayo: Temperatura de 20°, último día de lluvia 15 de mayo.
- 18 de mayo: Temperatura de 20°, último día de lluvia 15 de mayo.
- 19 de mayo: Temperatura de 21°, último día de lluvia 15 de mayo.
- 20 de mayo: Temperatura de 18°, último día de lluvia 19 de mayo.
- 26 de mayo: Temperatura de 22°, último día de lluvia 24 de mayo.
- 30 de mayo: Temperatura de 21°, último día de lluvia 28 de mayo.
- 8 de junio: Temperatura de 22°, último día de lluvia 6 de Junio.
- 13 de junio: Temperatura de 20°, último día de lluvia 09 de Junio.
- 17 de junio: Temperatura de 15°, último día de lluvia 15 de Junio.

Tabla 4: Mayo 16 Configuración a

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 16 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	11,96	75,15
	1,50	2	2	20	9,16	115,11
	2,25	3	2	20	7,19	135,53
N-S	3,00	4	2	20	6,33	159,09
	3,75	5	2	20	5,83	183,15
	4,50	6	2	20	5,82	219,41
	5,25	7	2	20	5,32	233,99
	6,00	8	2	20	5,02	252,33
	0,75	1	2	20	15,82	99,40
	1,50	2	2	20	8,74	109,83
	2,25	3	2	20	7,21	135,91
E-0	3,00	4	2	20	6,55	164,62
	3,75	5	2	20	5,56	174,67
	4,50	6	2	20	5,3	199,81
	5,25	7	2	20	4,65	204,52
	6,00	8	2	20	4,24	213,13

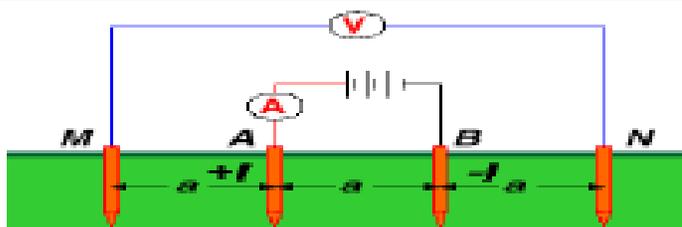
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	87,27
1,50	112,47
2,25	135,72
3,00	161,85
3,75	178,91
4,50	209,61
5,25	219,25
6,00	232,73



Tabla 5: Mayo 16 Configuración b

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 16 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	11,96	75,15
	1,50	2	2	20	9,15	114,98
	2,25	3	2	20	7,19	135,53
N-S	3,00	4	2	20	6,32	158,84
	3,75	5	2	20	5,83	183,15
	4,50	6	2	20	5,81	219,03
	5,25	7	2	20	5,32	233,99
	6,00	8	2	20	5	251,33
	0,75	1	2	20	15,78	99,15
	1,50	2	2	20	8,73	109,70
	2,25	3	2	20	7,22	136,09
E-0	3,00	4	2	20	6,52	163,87
	3,75	5	2	20	5,54	174,04
	4,50	6	2	20	5,25	197,92
	5,25	7	2	20	4,65	204,52
	6,00	8	2	20	4,25	213,63

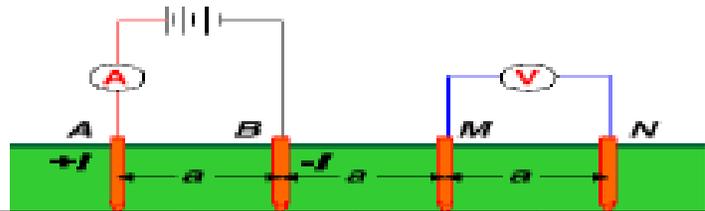
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	87,15
1,50	112,34
2,25	135,81
3,00	161,35
3,75	178,60
4,50	208,48
5,25	219,25
6,00	232,48



Tabla 6: Mayo 16 Configuración c

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 16 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	4,92	92,74
	1,50	2	2	20	2,91	109,70
	2,25	3	2	20	2,18	123,28
N-S	3,00	4	2	20	1,8	135,72
	3,75	5	2	20	1,39	131,00
	4,50	6	2	20	1,2	135,72
	5,25	7	2	20	1,12	147,78
	6,00	8	2	20	1	150,80
	0,75	1	2	20	4,55	85,77
	1,50	2	2	20	2,55	96,13
	2,25	3	2	20	1,92	108,57
E-0	3,00	4	2	20	1,55	116,87
	3,75	5	2	20	1,51	142,31
	4,50	6	2	20	1,33	150,42
	5,25	7	2	20	1,29	170,21
	6,00	8	2	20	1,24	186,99

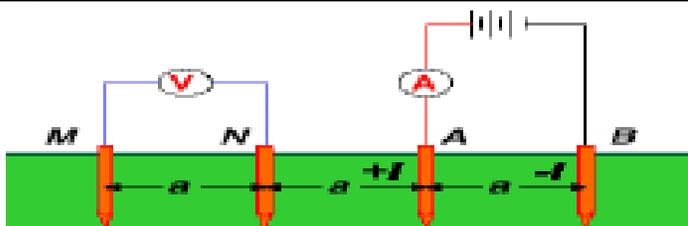
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	89,25
1,50	102,92
2,25	115,92
3,00	126,29
3,75	136,66
4,50	143,07
5,25	159,00
6,00	168,89



Tabla 7: Mayo 16 Configuración d

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 16 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	5,06	95,38
	1,50	2	2	20	2,91	109,70
	2,25	3	2	20	2,07	117,06
N-S	3,00	4	2	20	1,78	134,21
	3,75	5	2	20	1,47	138,54
	4,50	6	2	20	1,17	132,32
	5,25	7	2	20	1,12	147,78
	6,00	8	2	20	1	150,80
	0,75	1	2	20	4,5	84,82
	1,50	2	2	20	2,53	95,38
	2,25	3	2	20	1,93	109,14
E-0	3,00	4	2	20	1,54	116,11
	3,75	5	2	20	1,51	142,31
	4,50	6	2	20	1,34	151,55
	5,25	7	2	20	1,3	171,53
	6,00	8	2	20	1,2	180,96

Valores promedios

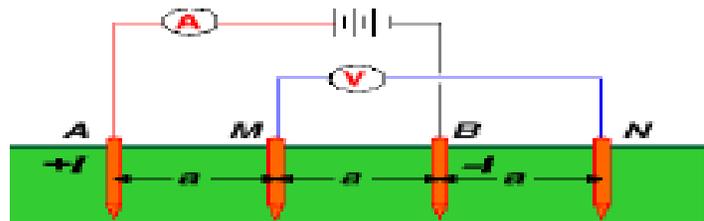
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	90,10
1,50	102,54
2,25	113,10
3,00	125,16
3,75	140,43
4,50	141,94
5,25	159,66
6,00	165,88



Tabla 8: Mayo 16 Configuración e

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 16 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	11,98	112,91
	1,50	2	2	20	6,3	118,75
	2,25	3	2	20	5,07	143,35
N-S	3,00	4	2	20	4,6	173,42
	3,75	5	2	20	4,4	207,35
	4,50	6	2	20	4,6	260,12
	5,25	7	2	20	4,17	275,11
	6,00	8	2	20	3,95	297,82
	0,75	1	2	20	11,23	105,84
	1,50	2	2	20	6,16	116,11
	2,25	3	2	20	5,25	148,44
E-0	3,00	4	2	20	4,96	186,99
	3,75	5	2	20	4,01	188,97
	4,50	6	2	20	3,92	221,67
	5,25	7	2	20	3,3	217,71
	6,00	8	2	20	2,97	223,93

Valores promedios

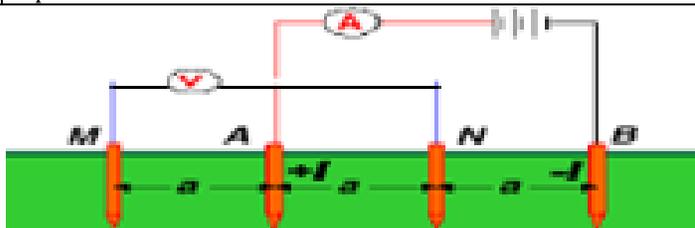
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	109,37
1,50	117,43
2,25	145,90
3,00	180,20
3,75	198,16
4,50	240,90
5,25	246,41
6,00	260,88



Tabla 9: Mayo 16 Configuración f

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 16 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	11,99	113,00
	1,50	2	2	20	6,29	118,56
	2,25	3	2	20	5,05	142,79
N-S	3,00	4	2	20	4,59	173,04
	3,75	5	2	20	4,4	207,35
	4,50	6	2	20	4,6	260,12
	5,25	7	2	20	4,17	275,11
	6,00	8	2	20	3,93	296,32
	0,75	1	2	20	11,18	105,37
	1,50	2	2	20	6,15	115,92
	2,25	3	2	20	5,25	148,44
E-0	3,00	4	2	20	4,93	185,86
	3,75	5	2	20	3,98	187,55
	4,50	6	2	20	3,88	219,41
	5,25	7	2	20	3,31	218,37
	6,00	8	2	20	3	226,19

Valores promedios

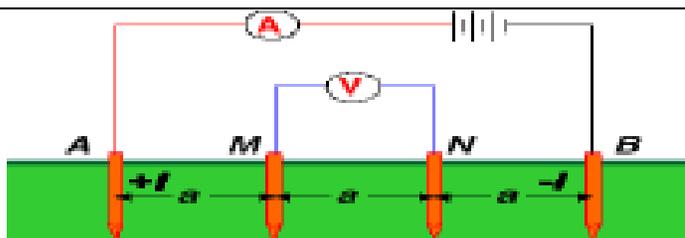
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	109,19
1,50	117,24
2,25	145,61
3,00	179,45
3,75	197,45
4,50	239,77
5,25	246,74
6,00	261,25



Tabla 10: Mayo 18 Configuración a

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 18 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	17,68	111,09
	1,50	2	2	20	8,52	107,07
	2,25	3	2	20	6,86	129,31
N-S	3,00	4	2	20	6,27	157,58
	3,75	5	2	20	5,95	186,92
	4,50	6	2	20	5,94	223,93
	5,25	7	2	20	5,59	245,86
	6,00	8	2	20	5,16	259,37
	0,75	1	2	20	16,24	102,04
	1,50	2	2	20	11,27	141,62
	2,25	3	2	20	7,93	149,48
E-0	3,00	4	2	20	6,96	174,92
	3,75	5	2	20	6,17	193,84
	4,50	6	2	20	5,39	203,20
	5,25	7	2	20	4,85	213,31
	6,00	8	2	20	4,45	223,68

Valores promedios

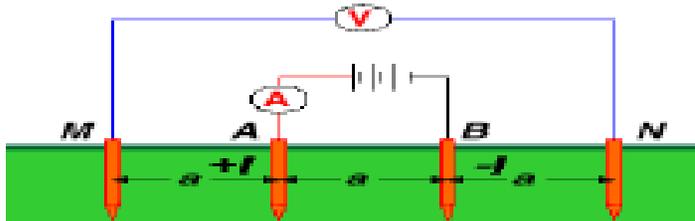
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	106,56
1,50	124,34
2,25	139,39
3,00	166,25
3,75	190,38
4,50	213,57
5,25	229,59
6,00	241,53



Tabla 11: Mayo 18 Configuración b

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 18 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	17,73	111,40
	1,50	2	2	20	8,51	106,94
	2,25	3	2	20	6,88	129,68
N-S	3,00	4	2	20	6,28	157,83
	3,75	5	2	20	5,95	186,92
	4,50	6	2	20	5,98	225,44
	5,25	7	2	20	5,6	246,30
	6,00	8	2	20	5,14	258,36
	0,75	1	2	20	16,23	101,98
	1,50	2	2	20	11,25	141,37
	2,25	3	2	20	7,96	150,04
E-0	3,00	4	2	20	6,98	175,43
	3,75	5	2	20	6,18	194,15
	4,50	6	2	20	5,39	203,20
	5,25	7	2	20	4,88	214,63
	6,00	8	2	20	4,49	225,69

Valores promedios

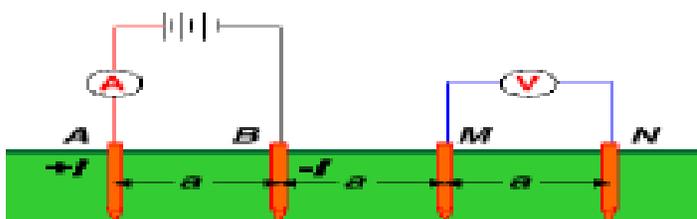
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	106,69
1,50	124,16
2,25	139,86
3,00	166,63
3,75	190,54
4,50	214,32
5,25	230,47
6,00	242,03



Tabla 12: Mayo 18 Configuración c

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 18 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		ipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	4,85	91,42
	1,50	2	2	20	3,08	116,11
	2,25	3	2	20	2,21	124,97
N-S	3,00	4	2	20	1,72	129,68
	3,75	5	2	20	1,4	131,95
	4,50	6	2	20	1,13	127,80
	5,25	7	2	20	1,09	143,82
	6,00	8	2	20	1	150,80
	0,75	1	2	20	4,95	93,31
	1,50	2	2	20	2,08	78,41
	2,25	3	2	20	1,84	104,05
E-0	3,00	4	2	20	1,46	110,08
	3,75	5	2	20	1,4	131,95
	4,50	6	2	20	1,39	157,21
	5,25	7	2	20	1,23	162,29
	6,00	8	2	20	1,17	176,43

Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	92,36
1,50	97,26
2,25	114,51
3,00	119,88
3,75	131,95
4,50	142,50
5,25	153,06
6,00	163,61

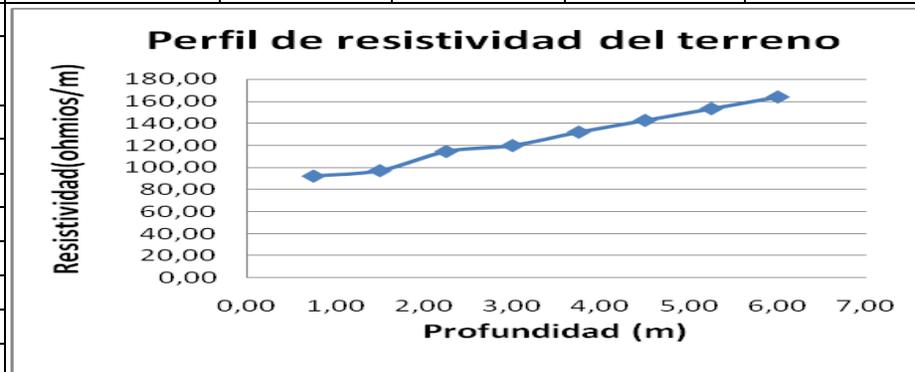
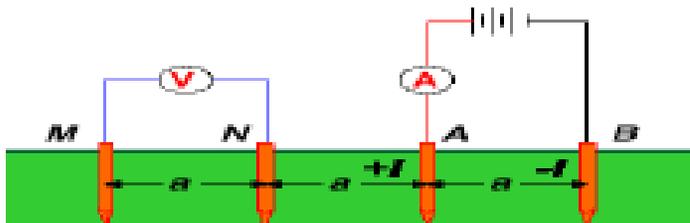


Tabla 13: Mayo 18 Configuración d

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 18 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	4,71	88,78
	1,50	2	2	20	3,08	116,11
	2,25	3	2	20	2,2	124,41
N-S	3,00	4	2	20	1,7	128,18
	3,75	5	2	20	1,4	131,95
	4,50	6	2	20	1,13	127,80
	5,25	7	2	20	1,07	141,18
	6,00	8	2	20	1,02	153,81
	0,75	1	2	20	4,93	92,93
	1,50	2	2	20	2,05	77,28
	2,25	3	2	20	1,77	100,09
E-0	3,00	4	2	20	1,45	109,33
	3,75	5	2	20	1,35	127,23
	4,50	6	2	20	1,33	150,42
	5,25	7	2	20	1,23	162,29
	6,00	8	2	20	1,1	165,88

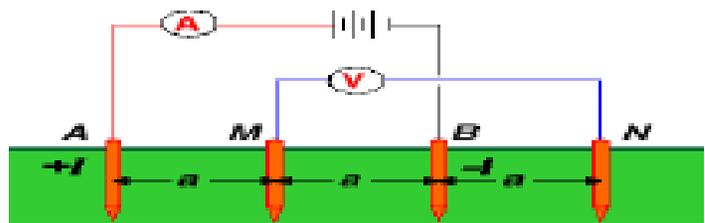
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	90,85
1,50	96,70
2,25	112,25
3,00	118,75
3,75	129,59
4,50	139,11
5,25	151,74
6,00	159,84



Tabla 14: Mayo 18 Configuración e

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 18 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	12,88	121,39
	1,50	2	2	20	5,38	101,41
	2,25	3	2	20	4,58	129,50
N-S	3,00	4	2	20	4,49	169,27
	3,75	5	2	20	4,48	211,12
	4,50	6	2	20	4,74	268,04
	5,25	7	2	20	4,44	292,92
	6,00	8	2	20	4,07	306,87
	0,75	1	2	20	11,24	105,93
	1,50	2	2	20	9,16	172,66
	2,25	3	2	20	6,05	171,06
E-0	3,00	4	2	20	5,44	205,08
	3,75	5	2	20	4,73	222,90
	4,50	6	2	20	3,98	225,06
	5,25	7	2	20	3,54	233,55
	6,00	8	2	20	3,17	239,01

Valores promedios

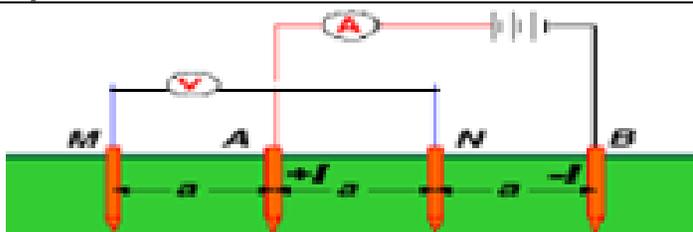
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	113,66
1,50	137,04
2,25	150,28
3,00	187,18
3,75	217,01
4,50	246,55
5,25	263,23
6,00	272,94



Tabla 15: Mayo 18 Configuración f

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 18 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	12,92	121,77
	1,50	2	2	20	5,37	101,22
	2,25	3	2	20	4,61	130,34
N-S	3,00	4	2	20	4,5	169,65
	3,75	5	2	20	4,48	211,12
	4,50	6	2	20	4,78	270,30
	5,25	7	2	20	4,45	293,58
	6,00	8	2	20	4,06	306,12
						0,00
	0,75	1	2	20	11,24	105,93
	1,50	2	2	20	9,16	172,66
	2,25	3	2	20	6,08	171,91
E-0	3,00	4	2	20	5,45	205,46
	3,75	5	2	20	4,74	223,37
	4,50	6	2	20	3,99	225,63
	5,25	7	2	20	3,57	235,53
	6,00	8	2	20	3,25	245,04

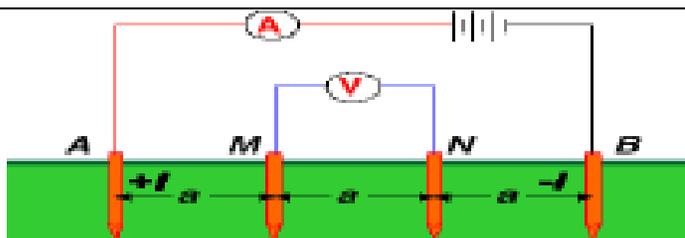
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	113,85
1,50	136,94
2,25	151,13
3,00	187,55
3,75	217,24
4,50	247,97
5,25	264,55
6,00	275,58



Tabla 16: Mayo 19 Configuración a

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 19 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 21°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	16,92	106,31
	1,50	2	2	20	10,6	133,20
	2,25	3	2	20	7,87	148,35
N-S	3,00	4	2	20	6,18	155,32
	3,75	5	2	20	5,91	185,67
	4,50	6	2	20	5,83	219,79
	5,25	7	2	20	5,18	227,83
	6,00	8	2	20	4,88	245,30
	0,75	1	2	20	16,88	106,06
	1,50	2	2	20	9,12	114,61
	2,25	3	2	20	7,29	137,41
E-0	3,00	4	2	20	6,58	165,37
	3,75	5	2	20	5,72	179,70
	4,50	6	2	20	5,19	195,66
	5,25	7	2	20	4,59	201,88
	6,00	8	2	20	4,19	210,61

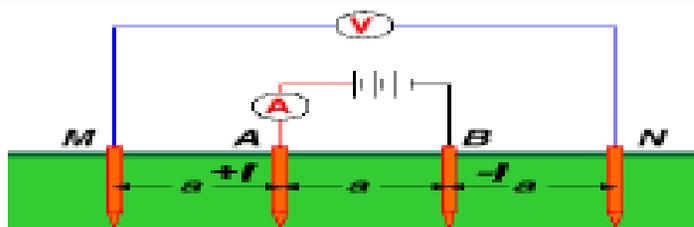
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	106,19
1,50	123,90
2,25	142,88
3,00	160,35
3,75	182,68
4,50	207,72
5,25	214,85
6,00	227,95



Tabla 17: Mayo 19 Configuración b

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 19 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 21°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	16,95	106,50
	1,50	2	2	20	10,64	133,71
	2,25	3	2	20	7,89	148,72
N-S	3,00	4	2	20	6,22	156,33
	3,75	5	2	20	5,93	186,30
	4,50	6	2	20	5,87	221,29
	5,25	7	2	20	5,2	228,71
	6,00	8	2	20	4,89	245,80
	0,75	1	2	20	16,84	105,81
	1,50	2	2	20	9,11	114,48
	2,25	3	2	20	7,13	134,40
E-0	3,00	4	2	20	6,41	161,10
	3,75	5	2	20	5,74	180,33
	4,50	6	2	20	5,21	196,41
	5,25	7	2	20	4,63	203,64
	6,00	8	2	20	4,23	212,62

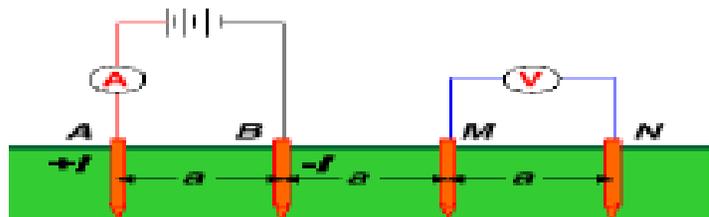
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	106,15
1,50	124,09
2,25	141,56
3,00	158,71
3,75	183,31
4,50	208,85
5,25	216,17
6,00	229,21



Tabla 18: Mayo 19 Configuración c

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 19 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 21°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	4,93	92,93
	1,50	2	2	20	2,7	101,79
	2,25	3	2	20	2	113,10
N-S	3,00	4	2	20	1,74	131,19
	3,75	5	2	20	1,4	131,95
	4,50	6	2	20	1,14	128,93
	5,25	7	2	20	1,17	154,38
	6,00	8	2	20	1,03	155,32
	0,75	1	2	20	5,1	96,13
	1,50	2	2	20	2,72	102,54
	2,25	3	2	20	2,03	114,79
E-0	3,00	4	2	20	1,58	119,13
	3,75	5	2	20	1,54	145,14
	4,50	6	2	20	1,38	156,07
	5,25	7	2	20	1,34	176,81
	6,00	8	2	20	1,25	188,50

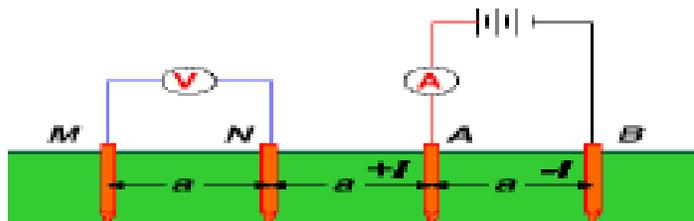
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	94,53
1,50	102,16
2,25	113,95
3,00	125,16
3,75	138,54
4,50	142,50
5,25	165,59
6,00	171,91



Tabla 19: Mayo 19 Configuración d

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 19 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 21°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	4,91	92,55
	1,50	2	2	20	2,7	101,79
	2,25	3	2	20	2,02	114,23
N-S	3,00	4	2	20	1,75	131,95
	3,75	5	2	20	1,43	134,77
	4,50	6	2	20	1,21	136,85
	5,25	7	2	20	1,18	155,70
	6,00	8	2	20	1,09	164,37
	0,75	1	2	20	5,08	95,76
	1,50	2	2	20	2,68	101,03
	2,25	3	2	20	1,97	111,40
E-0	3,00	4	2	20	1,75	131,95
	3,75	5	2	20	1,48	139,49
	4,50	6	2	20	1,36	153,81
	5,25	7	2	20	1,32	174,17
	6,00	8	2	20	1,22	183,97

Valores promedios

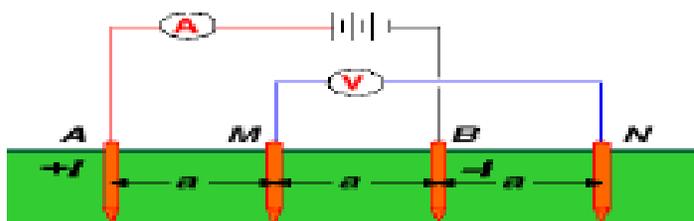
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	94,15
1,50	101,41
2,25	112,81
3,00	131,95
3,75	137,13
4,50	145,33
5,25	164,93
6,00	174,17



Tabla 20: Mayo 19 Configuración e

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 19 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 21°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	11,93	112,44
	1,50	2	2	20	7,84	147,78
	2,25	3	2	20	5,79	163,71
N-S	3,00	4	2	20	4,36	164,37
	3,75	5	2	20	4,42	208,29
	4,50	6	2	20	4,6	260,12
	5,25	7	2	20	3,92	258,62
	6,00	8	2	20	3,74	281,99
	0,75	1	2	20	11,72	110,46
	1,50	2	2	20	6,36	119,88
	2,25	3	2	20	5,09	143,92
E-0	3,00	4	2	20	4,85	182,84
	3,75	5	2	20	4,15	195,56
	4,50	6	2	20	3,74	211,49
	5,25	7	2	20	3,19	210,46
	6,00	8	2	20	2,87	216,39

Valores promedios

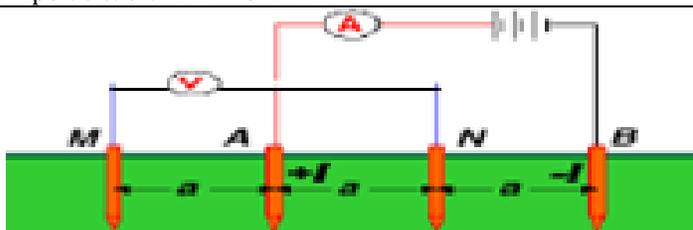
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	111,45
1,50	133,83
2,25	153,81
3,00	173,60
3,75	201,93
4,50	235,81
5,25	234,54
6,00	249,19



Tabla 21: Mayo 19 Configuración f

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 19 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 21°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	11,95	112,63
	1,50	2	2	20	7,86	148,16
	2,25	3	2	20	5,8	163,99
N-S	3,00	4	2	20	4,38	165,12
	3,75	5	2	20	4,42	208,29
	4,50	6	2	20	4,61	260,69
	5,25	7	2	20	3,94	259,94
	6,00	8	2	20	3,74	281,99
						0,00
	0,75	1	2	20	11,71	110,36
	1,50	2	2	20	6,19	116,68
	2,25	3	2	20	5,23	147,87
E-0	3,00	4	2	20	4,78	180,20
	3,75	5	2	20	4,17	196,51
	4,50	6	2	20	3,77	213,19
	5,25	7	2	20	3,23	213,09
	6,00	8	2	20	2,91	219,41

Valores promedios

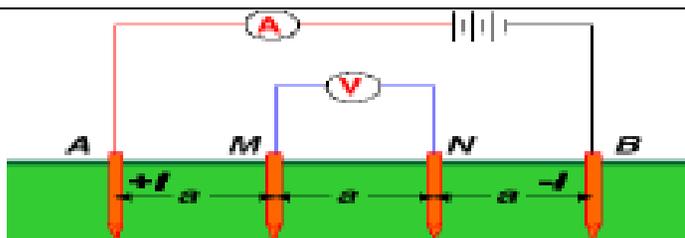
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	111,50
1,50	132,42
2,25	155,93
3,00	172,66
3,75	202,40
4,50	236,94
5,25	236,51
6,00	250,70



Tabla 22: Mayo 20 Configuración a

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 20 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 19 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 18°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	16,09	101,10
	1,50	2	2	20	8,29	104,18
	2,25	3	2	20	6,77	127,61
N-S	3,00	4	2	20	6,22	156,33
	3,75	5	2	20	6,78	213,00
	4,50	6	2	20	6,48	244,29
	5,25	7	2	20	5,16	226,95
	6,00	8	2	20	4,9	246,30
	0,75	1	2	20	15,65	98,33
	1,50	2	2	20	9,03	113,47
	2,25	3	2	20	7,24	136,47
E-0	3,00	4	2	20	6,6	165,88
	3,75	5	2	20	5,59	175,62
	4,50	6	2	20	5,08	191,51
	5,25	7	2	20	4,6	202,32
	6,00	8	2	20	4,2	211,12

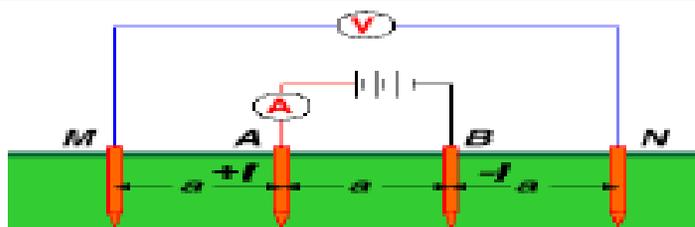
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	99,71
1,50	108,82
2,25	132,04
3,00	161,10
3,75	194,31
4,50	217,90
5,25	214,63
6,00	228,71



Tabla 23: Mayo 20 Configuración b

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 20 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 19 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 18°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	16,1	101,16
	1,50	2	2	20	8,3	104,30
	2,25	3	2	20	6,78	127,80
N-S	3,00	4	2	20	6,24	156,83
	3,75	5	2	20	6,79	213,31
	4,50	6	2	20	6,49	244,67
	5,25	7	2	20	5,16	226,95
	6,00	8	2	20	4,92	247,31
	0,75	1	2	20	15,64	98,27
	1,50	2	2	20	9,06	113,85
	2,25	3	2	20	7,25	136,66
E-0	3,00	4	2	20	6,62	166,38
	3,75	5	2	20	5,61	176,24
	4,50	6	2	20	5,05	190,38
	5,25	7	2	20	4,6	202,32
	6,00	8	2	20	4,37	219,66

Valores promedios

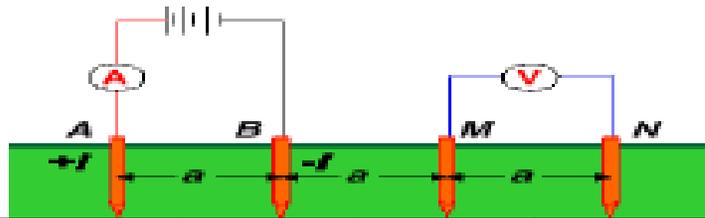
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	99,71
1,50	109,08
2,25	132,23
3,00	161,60
3,75	194,78
4,50	217,52
5,25	214,63
6,00	233,48



Tabla 24: Mayo 20 Configuración c

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 20 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 19 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 18°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	4,93	92,93
	1,50	2	2	20	2,97	111,97
	2,25	3	2	20	2,21	124,97
N-S	3,00	4	2	20	1,71	128,93
	3,75	5	2	20	1,1	103,67
	4,50	6	2	20	0,96	108,57
	5,25	7	2	20	1,16	153,06
	6,00	8	2	20	1,05	158,34
	0,75	1	2	20	4,59	86,52
	1,50	2	2	20	2,42	91,23
	2,25	3	2	20	1,95	110,27
E-0	3,00	4	2	20	1,51	113,85
	3,75	5	2	20	1,51	142,31
	4,50	6	2	20	1,41	159,47
	5,25	7	2	20	1,3	171,53
	6,00	8	2	20	1	150,80

Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	89,72
1,50	101,60
2,25	117,62
3,00	121,39
3,75	122,99
4,50	134,02
5,25	162,29
6,00	154,57

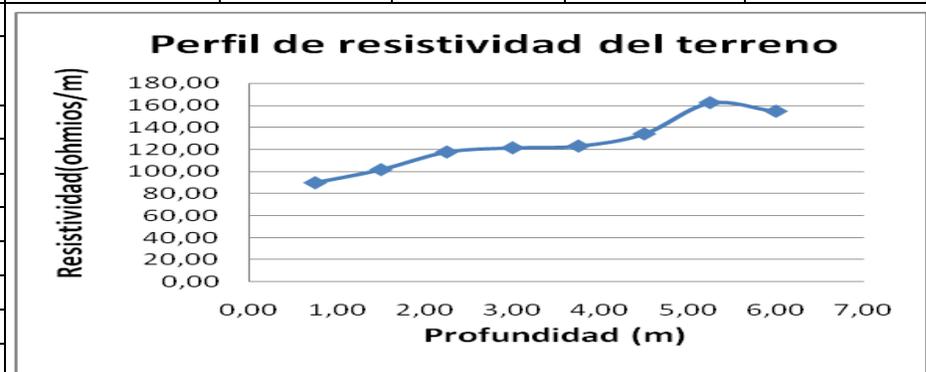
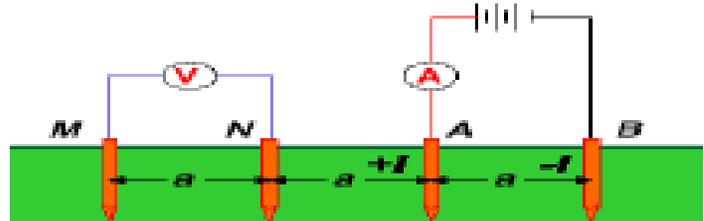


Tabla 25: Mayo 20 Configuración d

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 20 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 19 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 18°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	4,94	93,12
	1,50	2	2	20	2,98	112,34
	2,25	3	2	20	2,2	124,41
N-S	3,00	4	2	20	1,71	128,93
	3,75	5	2	20	1,1	103,67
	4,50	6	2	20	0,97	109,70
	5,25	7	2	20	1,18	155,70
	6,00	8	2	20	1,03	155,32
	0,75	1	2	20	4,63	87,27
	1,50	2	2	20	2,92	110,08
	2,25	3	2	20	1,93	109,14
E-0	3,00	4	2	20	1,51	113,85
	3,75	5	2	20	1,52	143,26
	4,50	6	2	20	1,41	159,47
	5,25	7	2	20	1,3	171,53
	6,00	8	2	20	1	150,80

Valores promedios

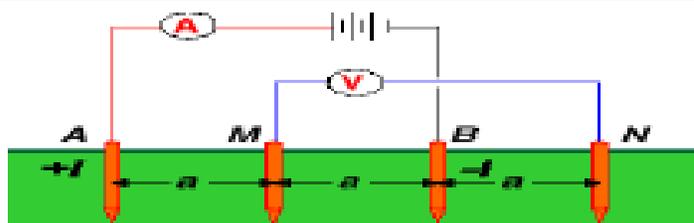
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	90,20
1,50	111,21
2,25	116,77
3,00	121,39
3,75	123,46
4,50	134,59
5,25	163,61
6,00	153,06



Tabla 26: Mayo 20 Configuración e

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 20 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 19 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 18°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	11,11	104,71
	1,50	2	2	20	5,27	99,34
	2,25	3	2	20	4,52	127,80
N-S	3,00	4	2	20	4,46	168,14
	3,75	5	2	20	5,64	265,78
	4,50	6	2	20	5,47	309,32
	5,25	7	2	20	3,94	259,94
	6,00	8	2	20	3,79	285,76
	0,75	1	2	20	10,99	103,58
	1,50	2	2	20	6,55	123,46
	2,25	3	2	20	5,26	148,72
E-0	3,00	4	2	20	5,05	190,38
	3,75	5	2	20	4,02	189,44
	4,50	6	2	20	3,63	205,27
	5,25	7	2	20	3,22	212,43
	6,00	8	2	20	2,94	221,67

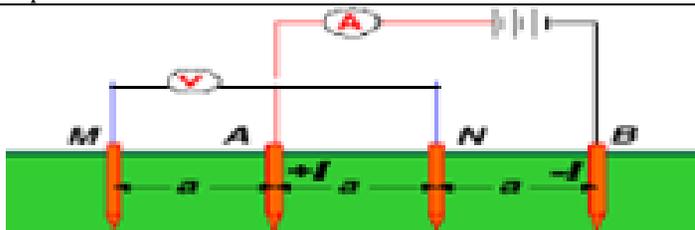
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	104,14
1,50	111,40
2,25	138,26
3,00	179,26
3,75	227,61
4,50	257,30
5,25	236,18
6,00	253,72



Tabla 27: Mayo 20 Configuración f

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 20 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 19 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 18°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	11,1	104,62
	1,50	2	2	20	5,27	99,34
	2,25	3	2	20	4,51	127,52
N-S	3,00	4	2	20	4,46	168,14
	3,75	5	2	20	5,62	264,84
	4,50	6	2	20	5,46	308,76
	5,25	7	2	20	3,92	258,62
	6,00	8	2	20	3,8	286,51
	0,75	1	2	20	10,97	103,39
	1,50	2	2	20	6,57	123,84
	2,25	3	2	20	5,25	148,44
E-0	3,00	4	2	20	5,05	190,38
	3,75	5	2	20	4,03	189,91
	4,50	6	2	20	3,59	203,01
	5,25	7	2	20	3,23	213,09
	6,00	8	2	20	3,08	232,23

Valores promedios

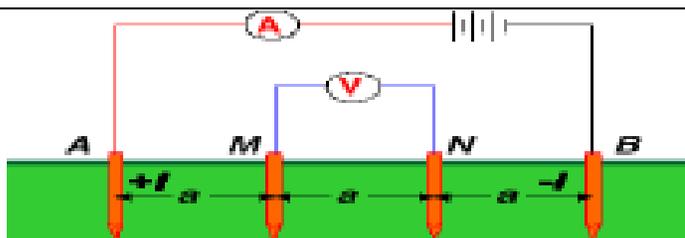
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	104,00
1,50	111,59
2,25	137,98
3,00	179,26
3,75	227,37
4,50	255,88
5,25	235,86
6,00	259,37



Tabla 28: Mayo 26 Configuración a

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 26 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 24 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 22°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	16,25	102,10
	1,50	2	2	20	8,06	101,28
	2,25	3	2	20	6,6	124,41
N-S	3,00	4	2	20	6,01	151,05
	3,75	5	2	20	5,82	182,84
	4,50	6	2	20	5,71	215,26
	5,25	7	2	20	5,11	224,75
	6,00	8	2	20	4,82	242,28
	0,75	1	2	20	17,43	109,52
	1,50	2	2	20	8,95	112,47
	2,25	3	2	20	6,98	131,57
E-0	3,00	4	2	20	4,61	115,86
	3,75	5	2	20	5,54	174,04
	4,50	6	2	20	4,9	184,73
	5,25	7	2	20	4,52	198,80
	6,00	8	2	20	4,16	209,10

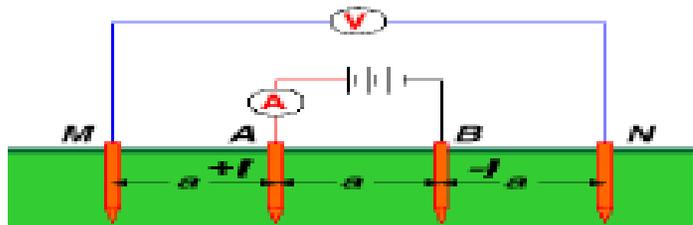
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	105,81
1,50	106,88
2,25	127,99
3,00	133,45
3,75	178,44
4,50	199,99
5,25	211,77
6,00	225,69



Tabla 29: Mayo 26 Configuración b

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 26 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 24 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 22°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	16,25	102,10
	1,50	2	2	20	7,98	100,28
	2,25	3	2	20	6,61	124,60
N-S	3,00	4	2	20	5,99	150,55
	3,75	5	2	20	5,83	183,15
	4,50	6	2	20	5,71	215,26
	5,25	7	2	20	5,09	223,87
	6,00	8	2	20	4,79	240,77
	0,75	1	2	20	17,41	109,39
	1,50	2	2	20	8,96	112,59
	2,25	3	2	20	6,98	131,57
E-0	3,00	4	2	20	4,61	115,86
	3,75	5	2	20	5,55	174,36
	4,50	6	2	20	4,89	184,35
	5,25	7	2	20	4,51	198,36
	6,00	8	2	20	4,37	219,66

Valores promedios

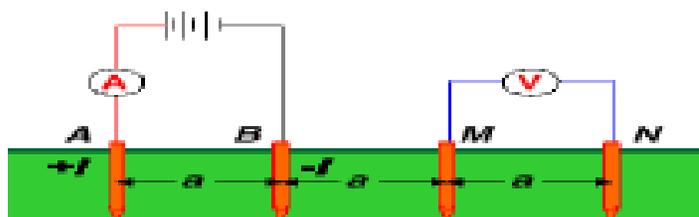
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	105,75
1,50	106,44
2,25	128,08
3,00	133,20
3,75	178,76
4,50	199,81
5,25	211,12
6,00	230,22



Tabla 30: Mayo 26 Configuración c

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 26 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 24 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 22°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	4,57	86,14
	1,50	2	2	20	3,06	115,36
	2,25	3	2	20	2,15	121,58
N-S	3,00	4	2	20	1,71	128,93
	3,75	5	2	20	1,33	125,35
	4,50	6	2	20	1,15	130,06
	5,25	7	2	20	1,15	151,74
	6,00	8	2	20	1,02	153,81
	0,75	1	2	20	3,8	71,63
	1,50	2	2	20	2,45	92,36
	2,25	3	2	20	1,97	111,40
E-0	3,00	4	2	20	1,62	122,15
	3,75	5	2	20	1,51	142,31
	4,50	6	2	20	1,43	161,73
	5,25	7	2	20	1,34	176,81
	6,00	8	2	20	1,25	188,50

Valores promedios

Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	78,89
1,50	103,86
2,25	116,49
3,00	125,54
3,75	133,83
4,50	145,90
5,25	164,27
6,00	171,15

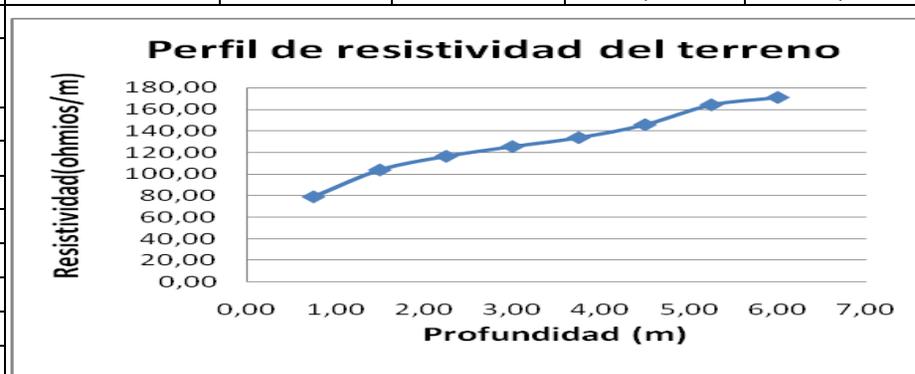
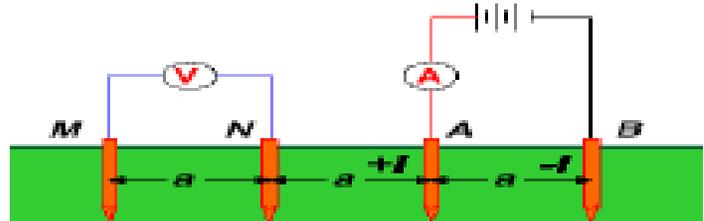


Tabla 31: Mayo 26 Configuración d

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 26 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 24 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 22°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	4,6	86,71
	1,50	2	2	20	3,07	115,74
	2,25	3	2	20	2,17	122,71
N-S	3,00	4	2	20	1,73	130,44
	3,75	5	2	20	1,36	128,18
	4,50	6	2	20	1,16	131,19
	5,25	7	2	20	1,16	153,06
	6,00	8	2	20	1,05	158,34
	0,75	1	2	20	3,82	72,01
	1,50	2	2	20	2,43	91,61
	2,25	3	2	20	1,93	109,14
E-0	3,00	4	2	20	1,6	120,64
	3,75	5	2	20	1,48	139,49
	4,50	6	2	20	1,43	161,73
	5,25	7	2	20	1,31	172,85
	6,00	8	2	20	1,15	173,42

Valores promedios

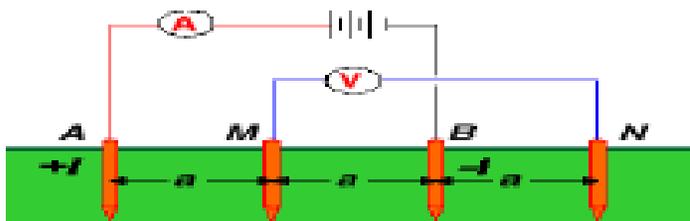
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	79,36
1,50	103,67
2,25	115,92
3,00	125,54
3,75	133,83
4,50	146,46
5,25	162,95
6,00	165,68



Tabla 32: Mayo 26 Configuración e

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 26 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 24 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 22°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	11,62	109,52
	1,50	2	2	20	4,88	91,99
	2,25	3	2	20	4,38	123,84
N-S	3,00	4	2	20	4,24	159,84
	3,75	5	2	20	4,42	208,29
	4,50	6	2	20	4,51	255,03
	5,25	7	2	20	3,91	257,96
	6,00	8	2	20	3,73	281,24
	0,75	1	2	20	13,58	127,99
	1,50	2	2	20	6,46	121,77
	2,25	3	2	20	4,98	140,81
E-0	3,00	4	2	20	4,61	173,79
	3,75	5	2	20	3,98	187,55
	4,50	6	2	20	3,41	192,83
	5,25	7	2	20	3,13	206,50
	6,00	8	2	20	2,89	217,90

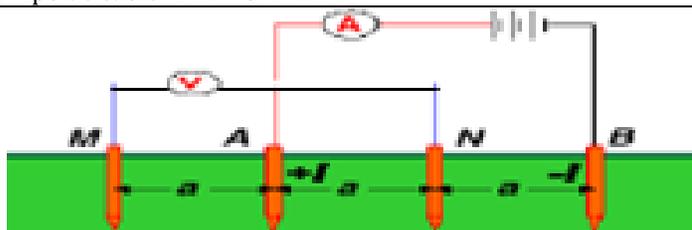
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	118,75
1,50	106,88
2,25	132,32
3,00	166,82
3,75	197,92
4,50	223,93
5,25	232,23
6,00	249,57



Tabla 33: Mayo 26 Configuración f

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 26 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 24 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 22°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	11,61	109,42
	1,50	2	2	20	4,86	91,61
	2,25	3	2	20	4,39	124,12
N-S	3,00	4	2	20	4,22	159,09
	3,75	5	2	20	4,43	208,76
	4,50	6	2	20	4,51	255,03
	5,25	7	2	20	3,88	255,98
	6,00	8	2	20	3,71	279,73
	0,75	1	2	20	13,63	128,46
	1,50	2	2	20	6,48	122,15
	2,25	3	2	20	4,99	141,09
E-0	3,00	4	2	20	4,61	173,79
	3,75	5	2	20	4	188,50
	4,50	6	2	20	3,4	192,27
	5,25	7	2	20	3,28	216,39
	6,00	8	2	20	3,1	233,73

Valores promedios

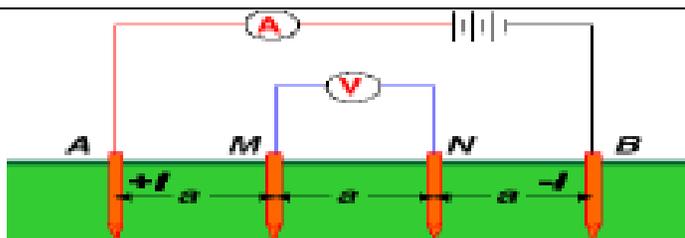
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	118,94
1,50	106,88
2,25	132,61
3,00	166,44
3,75	198,63
4,50	223,65
5,25	236,18
6,00	256,73



Tabla 34: Mayo 30 Configuración a

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 30 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 28 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 21°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	15,85	99,59
	1,50	2	2	20	8,1	101,79
	2,25	3	2	20	6,53	123,09
N-S	3,00	4	2	20	6,02	151,30
	3,75	5	2	20	5,71	179,38
	4,50	6	2	20	5,68	214,13
	5,25	7	2	20	5,06	222,55
	6,00	8	2	20	4,67	234,74
	0,75	1	2	20	14,64	91,99
	1,50	2	2	20	8,66	108,82
	2,25	3	2	20	6,67	125,73
E-0	3,00	4	2	20	6,26	157,33
	3,75	5	2	20	5,56	174,67
	4,50	6	2	20	5,01	188,87
	5,25	7	2	20	4,5	197,92
	6,00	8	2	20	4,26	214,13

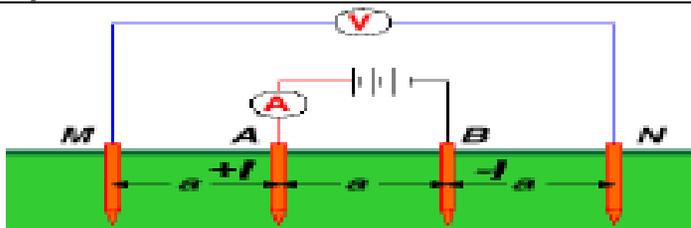
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	95,79
1,50	105,31
2,25	124,41
3,00	154,32
3,75	177,03
4,50	201,50
5,25	210,24
6,00	224,44



Tabla 35: Mayo 30 Configuración b

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 30 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 28 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 21°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	15,84	99,53
	1,50	2	2	20	8,09	101,66
	2,25	3	2	20	6,53	123,09
N-S	3,00	4	2	20	6,07	152,56
	3,75	5	2	20	5,7	179,07
	4,50	6	2	20	5,66	213,38
	5,25	7	2	20	5,03	221,23
	6,00	8	2	20	4,64	233,23
	0,75	1	2	20	14,65	92,05
	1,50	2	2	20	8,76	110,08
	2,25	3	2	20	6,78	127,80
E-0	3,00	4	2	20	6,28	157,83
	3,75	5	2	20	5,56	174,67
	4,50	6	2	20	4,49	169,27
	5,25	7	2	20	4,49	197,48
	6,00	8	2	20	4,2	211,12

Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	95,79
1,50	105,87
2,25	125,44
3,00	155,19
3,75	176,87
4,50	191,32
5,25	209,36
6,00	222,17

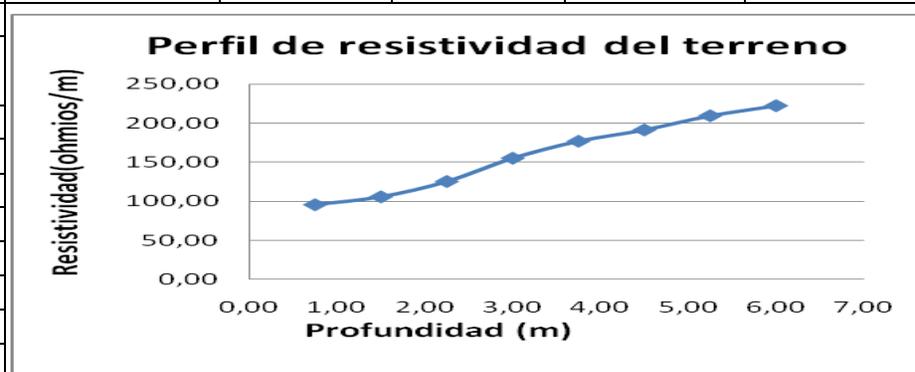
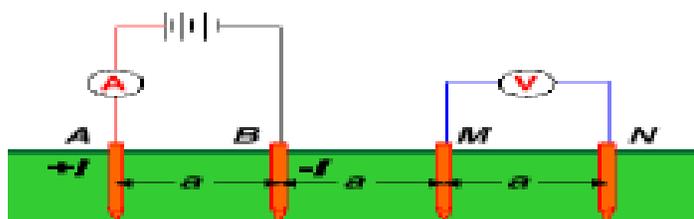


Tabla 36: Mayo 30 Configuración c

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 30 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 28 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 21°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	4,58	86,33
	1,50	2	2	20	2,94	110,84
	2,25	3	2	20	2,15	121,58
N-S	3,00	4	2	20	1,65	124,41
	3,75	5	2	20	1,35	127,23
	4,50	6	2	20	1,14	128,93
	5,25	7	2	20	1,14	150,42
	6,00	8	2	20	1	150,80
	0,75	1	2	20	4,48	84,45
	1,50	2	2	20	2,48	93,49
	2,25	3	2	20	2	113,10
E-0	3,00	4	2	20	1,54	116,11
	3,75	5	2	20	1,43	134,77
	4,50	6	2	20	1,36	153,81
	5,25	7	2	20	1,3	171,53
	6,00	8	2	20	1,18	177,94

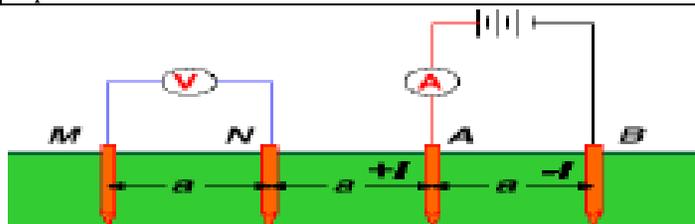
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	85,39
1,50	102,16
2,25	117,34
3,00	120,26
3,75	131,00
4,50	141,37
5,25	160,98
6,00	164,37



Tabla 37: Mayo 30 Configuración d

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 30 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 28 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 21°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	4,58	86,33
	1,50	2	2	20	2,93	110,46
	2,25	3	2	20	2,14	121,01
N-S	3,00	4	2	20	1,65	124,41
	3,75	5	2	20	1,37	129,12
	4,50	6	2	20	1,17	132,32
	5,25	7	2	20	1,14	150,42
	6,00	8	2	20	1,02	153,81
	0,75	1	2	20	4,48	84,45
	1,50	2	2	20	2,46	92,74
	2,25	3	2	20	1,98	111,97
E-0	3,00	4	2	20	1,54	116,11
	3,75	5	2	20	1,43	134,77
	4,50	6	2	20	1,36	153,81
	5,25	7	2	20	1,28	168,89
	6,00	8	2	20	1,16	174,92

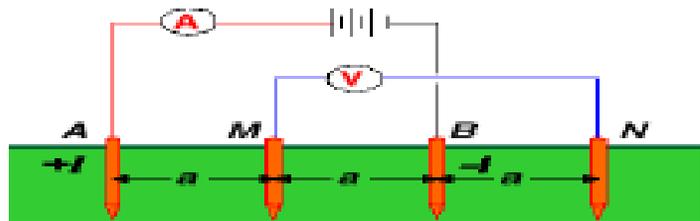
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	85,39
1,50	101,60
2,25	116,49
3,00	120,26
3,75	131,95
4,50	143,07
5,25	159,66
6,00	227,95



Tabla 38: Mayo 30 Configuración e

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 30 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 28 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 21°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	11,22	105,75
	1,50	2	2	20	5,1	96,13
	2,25	3	2	20	4,34	122,71
N-S	3,00	4	2	20	4,39	165,50
	3,75	5	2	20	4,29	202,16
	4,50	6	2	20	4,48	253,34
	5,25	7	2	20	3,88	255,98
	6,00	8	2	20	3,7	278,97
	0,75	1	2	20	10,11	95,28
	1,50	2	2	20	6,2	116,87
	2,25	3	2	20	4,72	133,45
E-0	3,00	4	2	20	4,65	175,30
	3,75	5	2	20	4,07	191,79
	4,50	6	2	20	3,6	203,58
	5,25	7	2	20	3,4	224,31
	6,00	8	2	20	2,95	222,42

Valores promedios

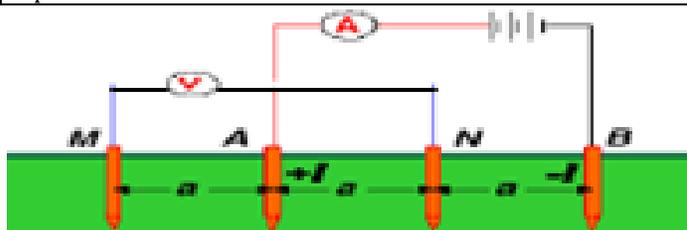
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	100,52
1,50	106,50
2,25	128,08
3,00	170,40
3,75	196,98
4,50	228,46
5,25	240,14
6,00	250,70



Tabla 39: Mayo 30 Configuración f

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 30 de mayo		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 28 de mayo	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 21°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	11,23	105,84
	1,50	2	2	20	5,1	96,13
	2,25	3	2	20	4,34	122,71
N-S	3,00	4	2	20	4,37	164,75
	3,75	5	2	20	4,28	201,69
	4,50	6	2	20	4,46	252,21
	5,25	7	2	20	3,84	253,34
	6,00	8	2	20	3,68	277,47
						0,00
	0,75	1	2	20	10,11	95,28
	1,50	2	2	20	6,2	116,87
	2,25	3	2	20	4,73	133,74
E-0	3,00	4	2	20	4,65	175,30
	3,75	5	2	20	4,08	192,27
	4,50	6	2	20	3,56	201,31
	5,25	7	2	20	3,13	206,50
	6,00	8	2	20	2,96	223,18

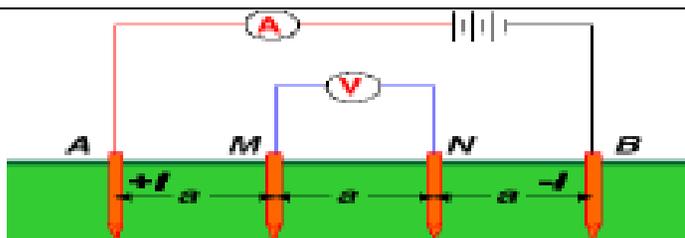
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	100,56
1,50	106,50
2,25	128,22
3,00	170,02
3,75	196,98
4,50	226,76
5,25	229,92
6,00	250,32



Tabla 40: Junio 8 Configuración a

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 8 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 6 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 22°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	15,87	99,71
	1,50	2	2	20	7,47	93,87
	2,25	3	2	20	6,04	113,85
N-S	3,00	4	2	20	5,55	139,49
	3,75	5	2	20	5,51	173,10
	4,50	6	2	20	5,47	206,21
	5,25	7	2	20	5,28	232,23
	6,00	8	2	20	4,73	237,76
	0,75	1	2	20	14,18	89,10
	1,50	2	2	20	8,88	111,59
	2,25	3	2	20	6,97	131,38
E-0	3,00	4	2	20	6,44	161,85
	3,75	5	2	20	5,54	174,04
	4,50	6	2	20	4,95	186,61
	5,25	7	2	20	4,52	198,80
	6,00	8	2	20	4,16	209,10

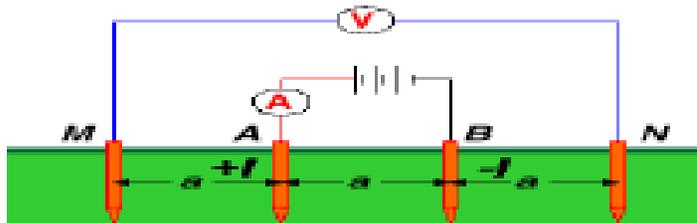
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	94,40
1,50	102,73
2,25	122,62
3,00	150,67
3,75	173,57
4,50	196,41
5,25	215,51
6,00	223,43



Tabla 41: Junio 8 Configuración b

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 8 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 6 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 22°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	15,89	99,84
	1,50	2	2	20	7,46	93,75
	2,25	3	2	20	6,05	114,04
N-S	3,00	4	2	20	5,54	139,24
	3,75	5	2	20	5,52	173,42
	4,50	6	2	20	5,5	207,35
	5,25	7	2	20	5,25	230,91
	6,00	8	2	20	4,75	238,76
	0,75	1	2	20	14,19	89,16
	1,50	2	2	20	8,89	111,72
	2,25	3	2	20	6,97	131,38
E-0	3,00	4	2	20	6,43	161,60
	3,75	5	2	20	5,57	174,99
	4,50	6	2	20	4,92	185,48
	5,25	7	2	20	4,52	198,80
	6,00	8	2	20	4,3	216,14

Valores promedios

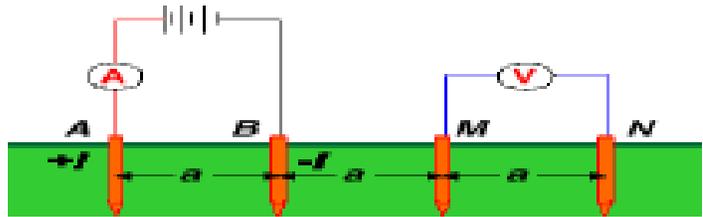
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	94,50
1,50	102,73
2,25	122,71
3,00	150,42
3,75	174,20
4,50	196,41
5,25	214,85
6,00	227,45



Tabla 42: Junio 8 Configuración c

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 8 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 6 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 22°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	5,04	95,00
	1,50	2	2	20	3,11	117,24
	2,25	3	2	20	2,33	131,76
N-S	3,00	4	2	20	1,86	140,24
	3,75	5	2	20	1,46	137,60
	4,50	6	2	20	1,24	140,24
	5,25	7	2	20	1,13	149,10
	6,00	8	2	20	1,07	161,35
	0,75	1	2	20	4,8	90,48
	1,50	2	2	20	2,37	89,35
	2,25	3	2	20	1,96	110,84
E-0	3,00	4	2	20	1,56	117,62
	3,75	5	2	20	1,52	143,26
	4,50	6	2	20	1,41	159,47
	5,25	7	2	20	1,33	175,49
	6,00	8	2	20	1,14	171,91

Valores promedios

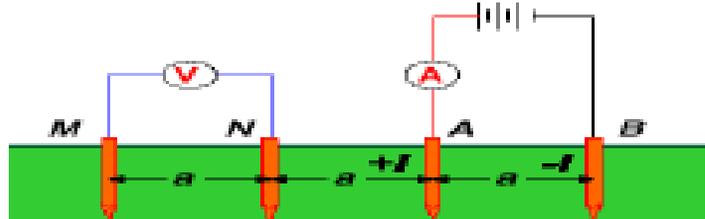
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	92,74
1,50	103,30
2,25	121,30
3,00	128,93
3,75	140,43
4,50	149,85
5,25	162,29
6,00	166,63



Tabla 43: Junio 8 Configuración d

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 8 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 6 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 22°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	5,01	94,44
	1,50	2	2	20	3,11	117,24
	2,25	3	2	20	2,34	132,32
N-S	3,00	4	2	20	1,88	141,75
	3,75	5	2	20	1,47	138,54
	4,50	6	2	20	1,23	139,11
	5,25	7	2	20	1,14	150,42
	6,00	8	2	20	1,05	158,34
	0,75	1	2	20	4,8	90,48
	1,50	2	2	20	2,36	88,97
	2,25	3	2	20	1,96	110,84
E-0	3,00	4	2	20	1,53	115,36
	3,75	5	2	20	1,46	137,60
	4,50	6	2	20	1,42	160,60
	5,25	7	2	20	1,3	171,53
	6,00	8	2	20	1,09	164,37

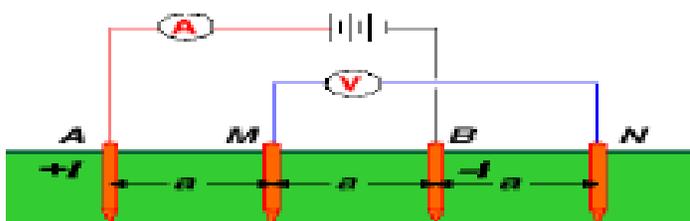
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	92,46
1,50	103,11
2,25	121,58
3,00	128,55
3,75	138,07
4,50	149,85
5,25	160,98
6,00	161,35



Tabla 44: Junio 8 Configuración e

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 8 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 6 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 22°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	10,79	101,69
	1,50	2	2	20	4,3	81,05
	2,25	3	2	20	3,65	103,20
N-S	3,00	4	2	20	3,63	136,85
	3,75	5	2	20	3,99	188,02
	4,50	6	2	20	4,18	236,37
	5,25	7	2	20	4,09	269,83
	6,00	8	2	20	3,61	272,19
	0,75	1	2	20	9,32	87,84
	1,50	2	2	20	6,45	121,58
	2,25	3	2	20	4,96	140,24
E-0	3,00	4	2	20	4,86	183,22
	3,75	5	2	20	3,99	188,02
	4,50	6	2	20	3,48	196,79
	5,25	7	2	20	3,15	207,82
	6,00	8	2	20	2,88	217,15

Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	94,77
1,50	101,32
2,25	121,72
3,00	160,03
3,75	188,02
4,50	216,58
5,25	238,82
6,00	244,67

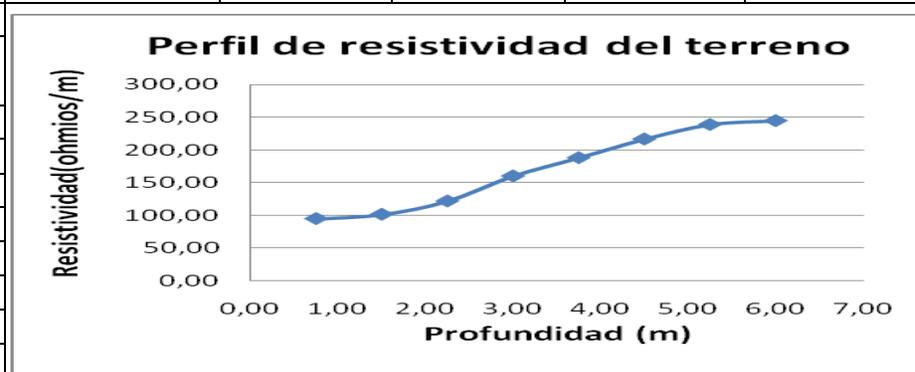
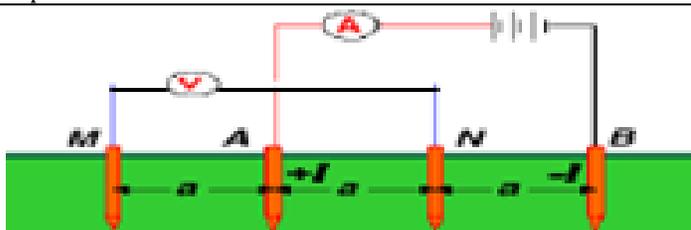


Tabla 45: Junio 8 Configuración f

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 8 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 6 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 22°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	10,8	101,79
	1,50	2	2	20	4,28	80,68
	2,25	3	2	20	3,69	104,33
N-S	3,00	4	2	20	3,61	136,09
	3,75	5	2	20	4	188,50
	4,50	6	2	20	4,19	236,94
	5,25	7	2	20	4,05	267,19
	6,00	8	2	20	3,52	265,40
	0,75	1	2	20	9,35	88,12
	1,50	2	2	20	6,45	121,58
	2,25	3	2	20	4,96	140,24
E-0	3,00	4	2	20	4,85	182,84
	3,75	5	2	20	4,02	189,44
	4,50	6	2	20	3,46	195,66
	5,25	7	2	20	3,16	208,48
	6,00	8	2	20	3,04	229,21

Valores promedios

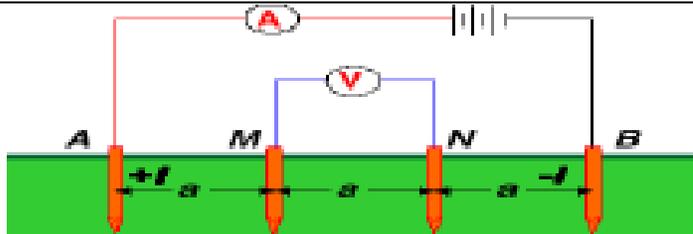
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	94,95
1,50	101,13
2,25	122,29
3,00	159,47
3,75	188,97
4,50	216,30
5,25	237,83
6,00	247,31



Tabla 46: Junio 13 Configuración a

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 13 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 9 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	18,52	116,36
	1,50	2	2	20	9,32	117,12
	2,25	3	2	20	6,87	129,50
N-S	3,00	4	2	20	6,29	158,08
	3,75	5	2	20	5,94	186,61
	4,50	6	2	20	5,86	220,92
	5,25	7	2	20	5,2	228,71
	6,00	8	2	20	5,03	252,84
	0,75	1	2	20	16,66	104,68
	1,50	2	2	20	12,72	159,84
	2,25	3	2	20	8,14	153,44
E-0	3,00	4	2	20	6,91	173,67
	3,75	5	2	20	5,91	185,67
	4,50	6	2	20	5,28	199,05
	5,25	7	2	20	5,17	227,39
	6,00	8	2	20	4,14	208,10

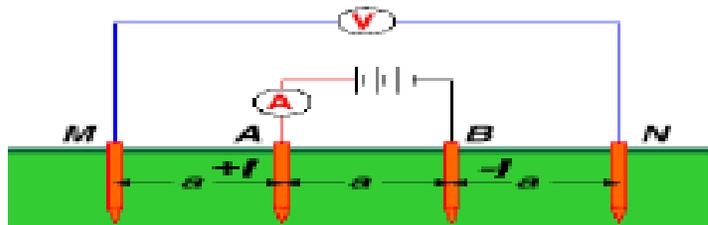
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	110,52
1,50	138,48
2,25	141,47
3,00	165,88
3,75	186,14
4,50	209,98
5,25	228,05
6,00	230,47



Tabla 47: Junio 13 Configuración b

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 13 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 9 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	18,52	116,36
	1,50	2	2	20	9,32	117,12
	2,25	3	2	20	6,88	129,68
N-S	3,00	4	2	20	6,27	157,58
	3,75	5	2	20	5,93	186,30
	4,50	6	2	20	5,84	220,16
	5,25	7	2	20	5,17	227,39
	6,00	8	2	20	4,59	230,72
	0,75	1	2	20	16,65	104,62
	1,50	2	2	20	12,73	159,97
	2,25	3	2	20	8,11	152,87
E-0	3,00	4	2	20	6,87	172,66
	3,75	5	2	20	5,82	182,84
	4,50	6	2	20	5,27	198,67
	5,25	7	2	20	5,16	226,95
	6,00	8	2	20	4,62	232,23

Valores promedios

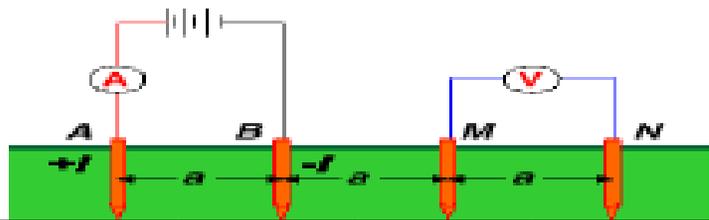
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	110,49
1,50	138,54
2,25	141,28
3,00	165,12
3,75	184,57
4,50	209,42
5,25	227,17
6,00	231,47



Tabla 48: Junio 13 Configuración c

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 13 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 9 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	4,64	87,46
	1,50	2	2	20	2,81	105,93
	2,25	3	2	20	2,27	128,37
N-S	3,00	4	2	20	1,76	132,70
	3,75	5	2	20	1,4	131,95
	4,50	6	2	20	1,21	136,85
	5,25	7	2	20	1,21	159,66
	6,00	8	2	20	1,01	152,30
	0,75	1	2	20	4,65	87,65
	1,50	2	2	20	1,99	75,02
	2,25	3	2	20	1,87	105,75
E-0	3,00	4	2	20	1,62	122,15
	3,75	5	2	20	1,52	143,26
	4,50	6	2	20	1,4	158,34
	5,25	7	2	20	1,23	162,29
	6,00	8	2	20	1,32	199,05

Valores promedios

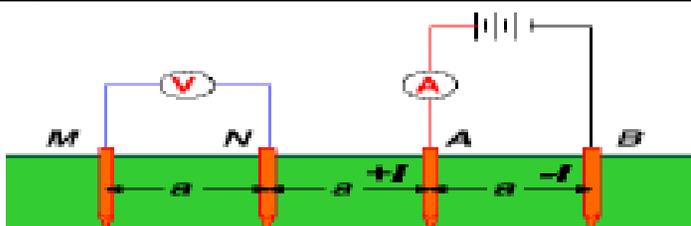
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	87,56
1,50	90,48
2,25	117,06
3,00	127,42
3,75	137,60
4,50	147,59
5,25	160,98
6,00	175,68



Tabla 49: Junio 13 Configuración d

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 13 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 9 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
N-S	0,75	1	2	20	4,6	86,71
	1,50	2	2	20	2,78	104,80
	2,25	3	2	20	2,25	127,23
	3,00	4	2	20	1,76	132,70
	3,75	5	2	20	1,39	131,00
	4,50	6	2	20	1,21	136,85
	5,25	7	2	20	1,22	160,98
	6,00	8	2	20	1,04	156,83
E-0	0,75	1	2	20	4,69	88,40
	1,50	2	2	20	2,01	75,78
	2,25	3	2	20	1,9	107,44
	3,00	4	2	20	1,64	123,65
	3,75	5	2	20	1,55	146,08
	4,50	6	2	20	1,44	162,86
	5,25	7	2	20	1,25	164,93
	6,00	8	2	20	1,22	183,97

Valores promedios

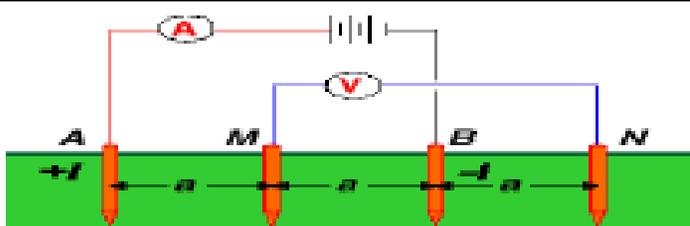
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	87,56
1,50	90,29
2,25	117,34
3,00	128,18
3,75	138,54
4,50	149,85
5,25	162,95
6,00	170,40



Tabla 50: Junio 13 Configuración e

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 13 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 9 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	13,82	130,25
	1,50	2	2	20	6,45	121,58
	2,25	3	2	20	4,57	129,21
N-S	3,00	4	2	20	4,46	168,14
	3,75	5	2	20	4,48	211,12
	4,50	6	2	20	4,6	260,12
	5,25	7	2	20	3,93	259,28
	6,00	8	2	20	3,95	297,82
	0,75	1	2	20	11,95	112,63
	1,50	2	2	20	10,66	200,94
	2,25	3	2	20	6,21	175,58
E-0	3,00	4	2	20	5,24	197,54
	3,75	5	2	20	4,3	202,63
	4,50	6	2	20	3,8	214,88
	5,25	7	2	20	3,86	254,66
	6,00	8	2	20	2,76	208,10

Valores promedios

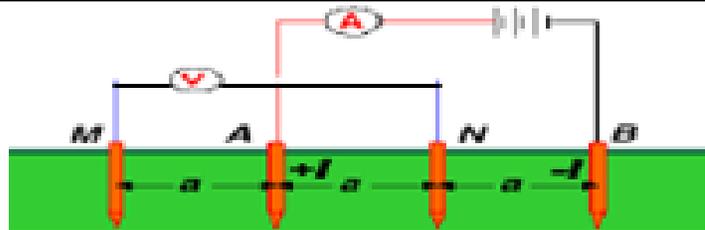
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	121,44
1,50	161,26
2,25	152,40
3,00	182,84
3,75	206,87
4,50	237,50
5,25	256,97
6,00	252,96



Tabla 51: Junio 13 Configuración f

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 13 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 9 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
N-S	0,75	1	2	20	13,83	130,34
	1,50	2	2	20	6,46	121,77
	2,25	3	2	20	5,56	157,21
	3,00	4	2	20	4,46	168,14
	3,75	5	2	20	4,47	210,64
	4,50	6	2	20	4,59	259,56
	5,25	7	2	20	3,92	258,62
	6,00	8	2	20	3,45	260,12
						0,00
E-0	0,75	1	2	20	11,94	112,53
	1,50	2	2	20	10,68	201,31
	2,25	3	2	20	5,06	143,07
	3,00	4	2	20	5,2	196,04
	3,75	5	2	20	4,29	202,16
	4,50	6	2	20	3,78	213,75
	5,25	7	2	20	3,8	250,70
	6,00	8	2	20	3,39	255,60

Valores promedios

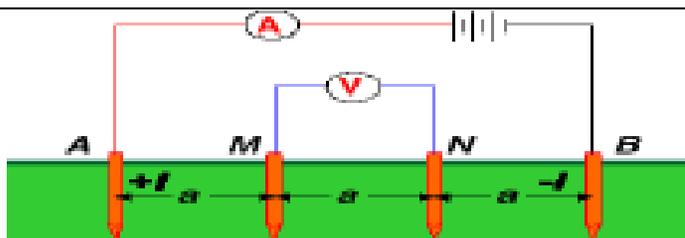
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	121,44
1,50	161,54
2,25	150,14
3,00	182,09
3,75	206,40
4,50	236,66
5,25	254,66
6,00	257,86



Tabla 52: Junio 17 Configuración a

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 17 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	18,43	115,80
	1,50	2	2	20	9,28	116,62
	2,25	3	2	20	6,81	128,37
N-S	3,00	4	2	20	6,22	156,33
	3,75	5	2	20	5,88	184,73
	4,50	6	2	20	5,79	218,28
	5,25	7	2	20	5,16	226,95
	6,00	8	2	20	5,01	251,83
	0,75	1	2	20	16,61	104,36
	1,50	2	2	20	12,69	159,47
	2,25	3	2	20	9,19	173,23
E-0	3,00	4	2	20	6,88	172,91
	3,75	5	2	20	5,87	184,41
	4,50	6	2	20	5,23	197,17
	5,25	7	2	20	5,12	225,19
	6,00	8	2	20	4,09	205,59

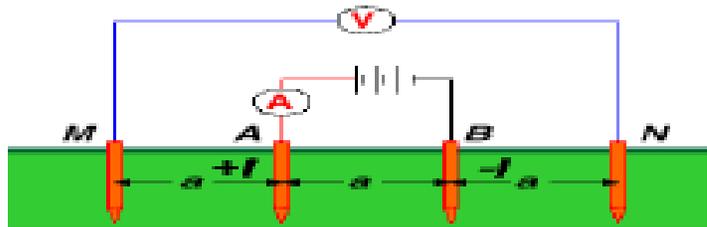
Valores promedios	
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	110,08
1,50	138,04
2,25	150,80
3,00	164,62
3,75	184,57
4,50	207,72
5,25	226,07
6,00	228,71



Tabla 53: Junio 17 Configuración b

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 17 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	18,42	115,74
	1,50	2	2	20	9,28	116,62
	2,25	3	2	20	7,82	147,40
N-S	3,00	4	2	20	6,2	155,82
	3,75	5	2	20	5,87	184,41
	4,50	6	2	20	5,77	217,52
	5,25	7	2	20	5,13	225,63
	6,00	8	2	20	4,01	201,56
	0,75	1	2	20	16,6	104,30
	1,50	2	2	20	12,7	159,59
	2,25	3	2	20	8,11	152,87
E-0	3,00	4	2	20	6,74	169,39
	3,75	5	2	20	5,78	181,58
	4,50	6	2	20	5,21	196,41
	5,25	7	2	20	5,16	226,95
	6,00	8	2	20	4,9	246,30

Valores promedios

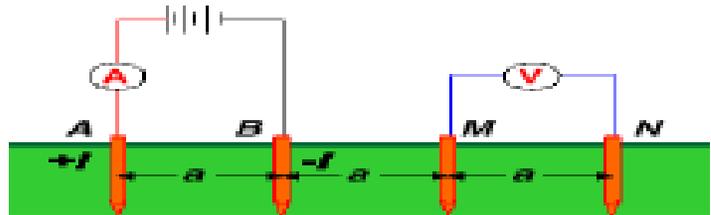
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	110,02
1,50	138,10
2,25	150,14
3,00	162,61
3,75	183,00
4,50	206,97
5,25	226,29
6,00	223,93



Tabla 54: Junio 17 Configuración c

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 17 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	4,59	86,52
	1,50	2	2	20	2,75	103,67
	2,25	3	2	20	2,21	124,97
N-S	3,00	4	2	20	1,71	128,93
	3,75	5	2	20	1,34	126,29
	4,50	6	2	20	1,16	131,19
	5,25	7	2	20	1,16	153,06
	6,00	8	2	20	1,01	152,30
	0,75	1	2	20	4,59	86,52
	1,50	2	2	20	2,68	101,03
	2,25	3	2	20	1,81	102,35
E-0	3,00	4	2	20	1,58	119,13
	3,75	5	2	20	1,48	139,49
	4,50	6	2	20	1,34	151,55
	5,25	7	2	20	1,17	154,38
	6,00	8	2	20	1,26	190,00

Valores promedios

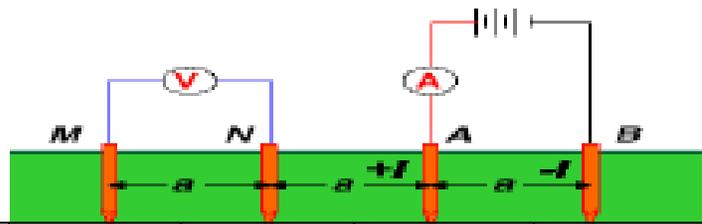
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	86,52
1,50	102,35
2,25	113,66
3,00	124,03
3,75	132,89
4,50	141,37
5,25	153,72
6,00	171,15



Tabla 55: Junio 17 Configuración d

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 17 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	4,6	86,71
	1,50	2	2	20	2,78	104,80
	2,25	3	2	20	2,19	123,84
N-S	3,00	4	2	20	1,71	128,93
	3,75	5	2	20	1,33	125,35
	4,50	6	2	20	1,16	131,19
	5,25	7	2	20	1,17	154,38
	6,00	8	2	20	1,04	156,83
	0,75	1	2	20	4,62	87,08
	1,50	2	2	20	2,61	98,39
	2,25	3	2	20	1,93	109,14
E-0	3,00	4	2	20	1,6	120,64
	3,75	5	2	20	1,49	140,43
	4,50	6	2	20	1,3	147,03
	5,25	7	2	20	1,15	151,74
	6,00	8	2	20	1,17	176,43

Valores promedios

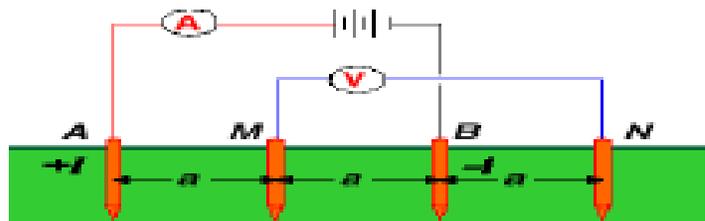
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	86,90
1,50	101,60
2,25	116,49
3,00	124,78
3,75	132,89
4,50	139,11
5,25	153,06
6,00	166,63



Tabla 56: Junio 17 Configuración e

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 17 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	13,76	129,68
	1,50	2	2	20	6,41	120,83
	2,25	3	2	20	5,51	155,79
N-S	3,00	4	2	20	4,4	165,88
	3,75	5	2	20	4,42	208,29
	4,50	6	2	20	4,56	257,86
	5,25	7	2	20	3,88	255,98
	6,00	8	2	20	3,89	293,30
						0,00
	0,75	1	2	20	11,89	112,06
	1,50	2	2	20	10,59	199,62
	2,25	3	2	20	6,16	174,17
E-0	3,00	4	2	20	5,23	197,17
	3,75	5	2	20	4,28	201,69
	4,50	6	2	20	3,76	212,62
	5,25	7	2	20	3,81	251,36
	6,00	8	2	20	2,71	204,33

Valores promedios

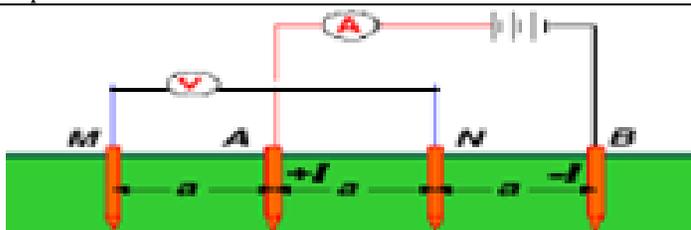
Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	120,87
1,50	160,22
2,25	164,98
3,00	181,52
3,75	204,99
4,50	235,24
5,25	253,67
6,00	248,81



Tabla 57: Junio 17 Configuración f

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		FORMATO-FOT-014	
Datos del sitio		Condiciones del suelo	
Fecha de medición: 17 de junio		Color del suelo: Negro	
Empresa:		Tipo de terreno: Plano	
Ciudad: Pereira		Ultimo día lluvioso: 15 de junio	
Ubicación: UTP canchas de medicina		Temperatura: 20°	
Departamento: Risaralda		pH: Sin Datos	
Datos del equipo de medición		Accesorios de medición	
Marca: AEMC 4500		Electrodos: Cobre	
Frecuencia: 128 Hz		Tipo de cable: 14AWG-THHN	

Observaciones:



Sentido de la medición	Profundidad de exploración (m)	Separación de electrodos a (m)	Corriente de prueba (mA)	Escala de medición (Ω)	Resistencia medida (Ω)	Resistividad (Ω-m)
	0,75	1	2	20	13,77	129,78
	1,50	2	2	20	6,42	121,01
	2,25	3	2	20	5,5	155,51
N-S	3,00	4	2	20	4,4	165,88
	3,75	5	2	20	4,41	207,82
	4,50	6	2	20	4,55	257,30
	5,25	7	2	20	3,87	255,32
	6,00	8	2	20	2,94	221,67
	0,75	1	2	20	11,88	111,97
	1,50	2	2	20	10,61	199,99
	2,25	3	2	20	5,45	154,10
E-0	3,00	4	2	20	5,19	195,66
	3,75	5	2	20	4,27	201,22
	4,50	6	2	20	3,71	209,80
	5,25	7	2	20	3,76	248,06
	6,00	8	2	20	3,45	260,12

Valores promedios

Profundidad de exploración (m)	Resistividad (Ω-m)
0,75	120,87
1,50	160,50
2,25	154,80
3,00	180,77
3,75	204,52
4,50	233,55
5,25	251,69
6,00	240,90



7. Tablas de comparación de resistividad para diferentes días

Tabla 58: Comparación de los resultados obtenidos con la configuración (a) del método de Wenner

Profundidad de exploración (m)	16 de mayo ($\Omega\text{-m}$)	18 de mayo ($\Omega\text{-m}$)	19 de mayo ($\Omega\text{-m}$)	20 de mayo ($\Omega\text{-m}$)	26 de mayo ($\Omega\text{-m}$)	30 de mayo ($\Omega\text{-m}$)	8 de junio ($\Omega\text{-m}$)	13 de junio ($\Omega\text{-m}$)	17 de junio ($\Omega\text{-m}$)
0,75	87,27	106,56	106,19	99,71	105,81	95,79	94,40	110,52	110,08
1,50	112,47	124,34	123,90	108,82	106,88	105,31	102,73	138,48	138,04
2,25	135,72	139,39	142,88	132,04	127,99	124,41	122,62	141,47	150,80
3,00	161,85	166,25	160,35	161,10	133,45	154,32	150,67	165,88	164,62
3,75	178,91	190,38	182,68	194,31	178,44	177,03	173,57	186,14	184,57
4,50	209,61	213,57	207,72	217,90	199,99	201,50	196,41	209,98	207,72
5,25	219,25	229,59	214,85	214,63	211,77	210,24	215,51	228,05	226,07
6,00	232,73	241,53	227,95	228,71	225,69	224,44	223,43	230,47	228,71

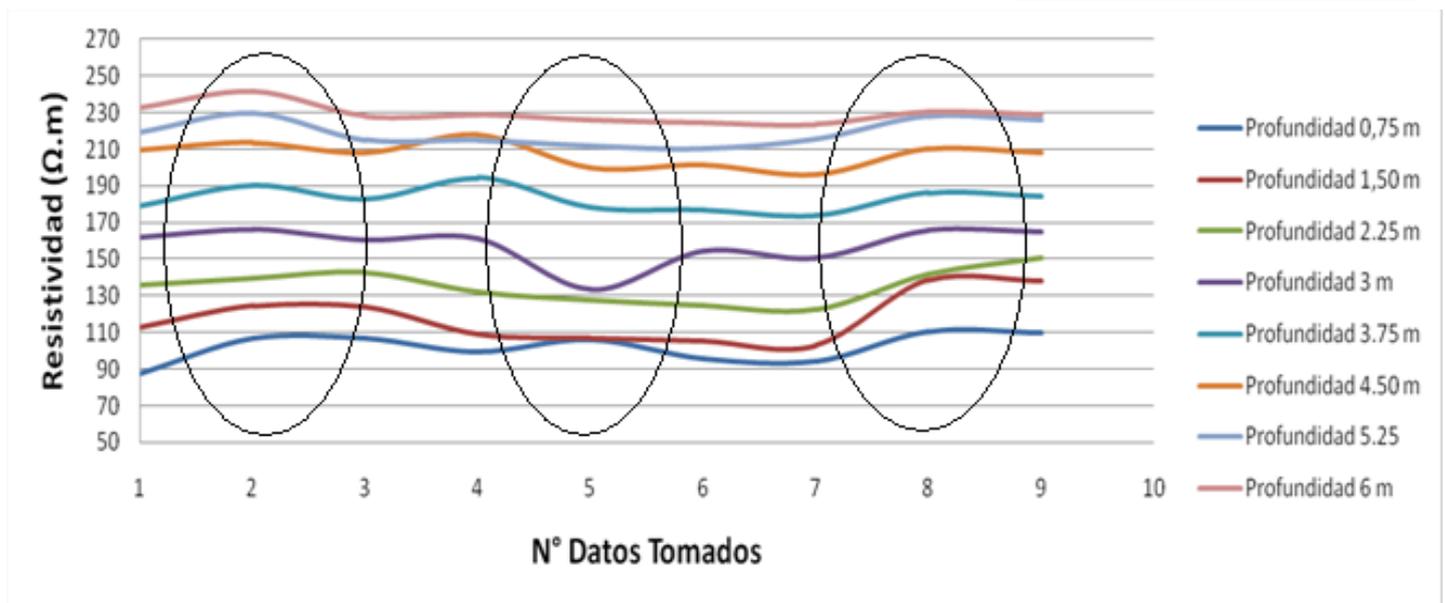
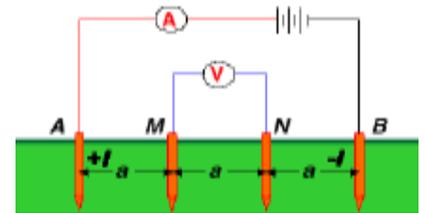


Ilustración 10: Grafica Obtenida a partir de los resultados obtenidos en la Tabla 58

Tabla 59: Observaciones de la ilustración 10

Datos	Observaciones
1--3	Suelo seco debido a días sin lluvia antes de la medición.
4--6	Suelo húmedo debido a días de lluvia antes de la medición
7--9	Suelo seco debido a días sin lluvia antes de la medición.

Tabla 60: Comparación de los resultados obtenidos con la configuración (b) del método de Wenner

Profundidad de exploración (m)	16 de mayo (Ω-m)	18 de mayo (Ω-m)	19 de mayo (Ω-m)	20 de mayo (Ω-m)	26 de mayo (Ω-m)	30 de mayo (Ω-m)	8 de junio (Ω-m)	13 de junio (Ω-m)	17 de junio (Ω-m)
0,75	105,75	106,69	106,15	99,71	105,75	95,79	94,50	110,49	110,02
1,50	106,44	124,16	124,09	109,08	106,44	105,87	102,73	138,54	138,10
2,25	128,08	139,86	141,56	132,23	128,08	125,44	122,71	141,28	150,14
3,00	133,20	166,63	158,71	161,60	133,20	155,19	150,42	165,12	162,61
3,75	178,76	190,54	183,31	194,78	178,76	176,87	174,20	184,57	183,00
4,50	199,81	214,32	208,85	217,52	199,81	191,32	196,41	209,42	206,97
5,25	211,12	230,47	216,17	214,63	211,12	209,36	214,85	227,17	226,29
6,00	230,22	242,03	229,21	233,48	230,22	222,17	227,45	231,47	223,93

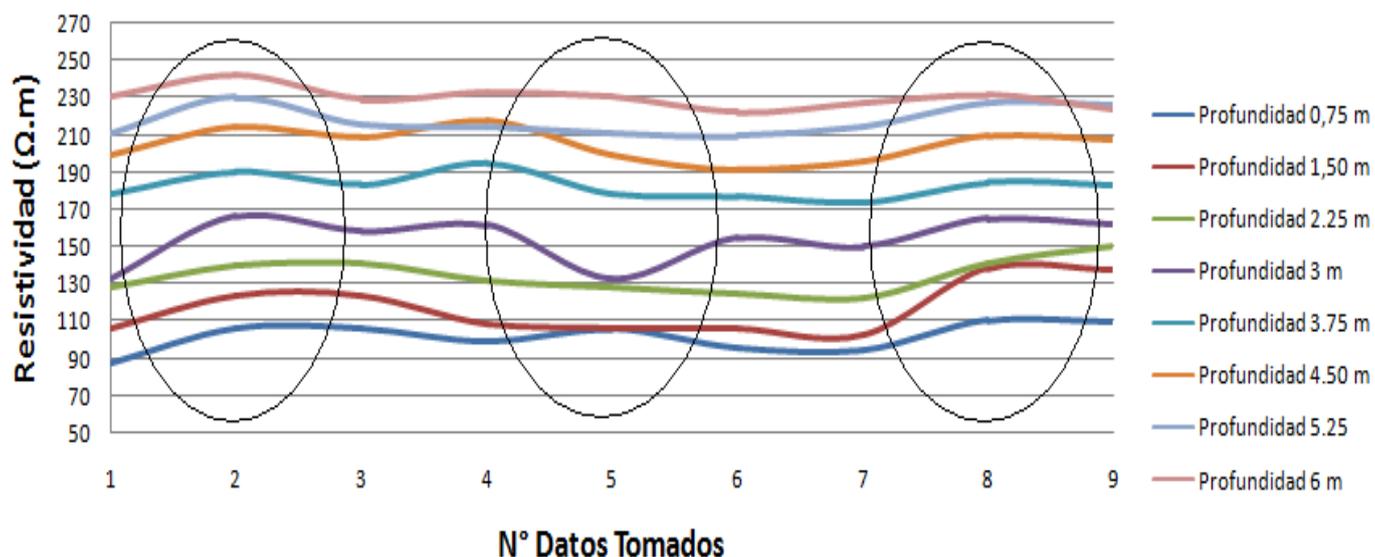
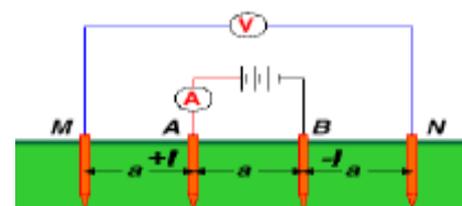


Ilustración 11: Grafica Obtenida a partir de los resultados obtenidos en la Tabla 60

Tabla 61: Observaciones de la ilustración 11

Datos	Observaciones
1--3	Suelo seco debido a días sin lluvia antes de la medición.
4--6	Suelo húmedo debido a días de lluvia antes de la medición
7--9	Suelo seco debido a días sin lluvia antes de la medición.

Tabla 62: Comparación de los resultados obtenidos con la configuración (c) del método de Wenner

Profundidad de exploración (m)	16 de mayo (Ω-m)	18 de mayo (Ω-m)	19 de mayo (Ω-m)	20 de mayo (Ω-m)	26 de mayo (Ω-m)	30 de mayo (Ω-m)	8 de junio (Ω-m)	13 de junio (Ω-m)	17 de junio (Ω-m)
0,75	105,75	106,69	106,15	99,71	105,75	95,79	94,50	110,49	110,02
1,50	106,44	124,16	124,09	109,08	106,44	105,87	102,73	138,54	138,10
2,25	128,08	139,86	141,56	132,23	128,08	125,44	122,71	141,28	150,14
3,00	133,20	166,63	158,71	161,60	133,20	155,19	150,42	165,12	162,61
3,75	178,76	190,54	183,31	194,78	178,76	176,87	174,20	184,57	183,00
4,50	199,81	214,32	208,85	217,52	199,81	191,32	196,41	209,42	206,97
5,25	211,12	230,47	216,17	214,63	211,12	209,36	214,85	227,17	226,29
6,00	230,22	242,03	229,21	233,48	230,22	222,17	227,45	231,47	223,93

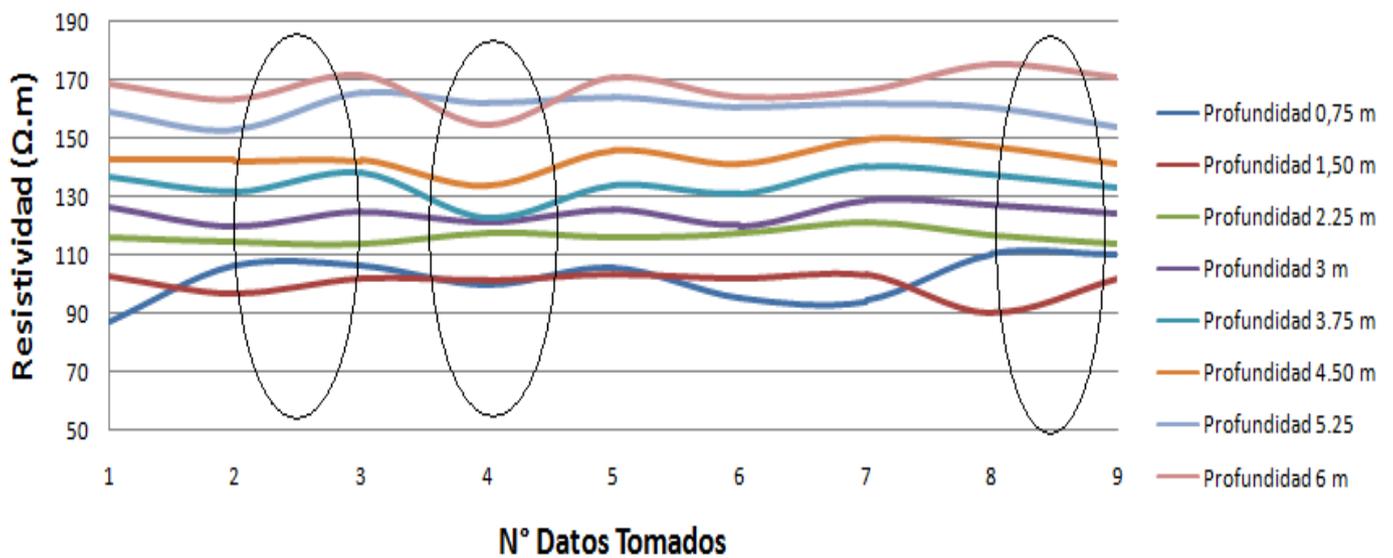
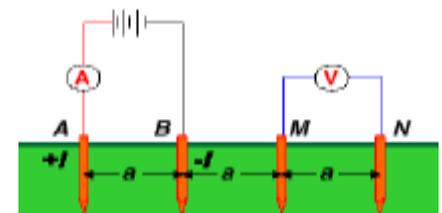


Ilustración 12: Grafica Obtenida a partir de los resultados obtenidos en la Tabla 62

Tabla 63: Observaciones de la ilustración 12

Datos	Observaciones
2--3	Suelo seco debido a días sin lluvia antes de la medición.
4	Suelo húmedo debido a días de lluvia antes de la medición
8--9	Suelo húmedo debido a días de lluvia antes de la medición

Tabla 64: Comparación de los resultados obtenidos con la configuración (d) del método de Wenner

Profundidad de exploración (m)	16 de mayo (Ω-m)	18 de mayo (Ω-m)	19 de mayo (Ω-m)	20 de mayo (Ω-m)	26 de mayo (Ω-m)	30 de mayo (Ω-m)	8 de junio (Ω-m)	13 de junio (Ω-m)	17 de junio (Ω-m)
0,75	90,10	90,85	94,15	90,20	79,36	85,39	92,46	87,56	86,90
1,50	102,54	96,70	101,41	111,21	103,67	102,16	103,11	90,29	101,60
2,25	113,10	112,25	112,81	116,77	115,92	117,34	121,58	117,34	116,49
3,00	125,16	118,75	131,95	121,39	125,54	120,26	128,55	128,18	124,78
3,75	140,43	129,59	137,13	123,46	133,83	131,00	138,07	138,54	132,89
4,50	141,94	139,11	145,33	134,59	146,46	141,37	149,85	149,85	139,11
5,25	159,66	151,74	164,93	163,61	162,95	160,98	160,98	162,95	153,06
6,00	165,88	159,84	174,17	153,06	165,88	164,37	161,35	170,40	166,63

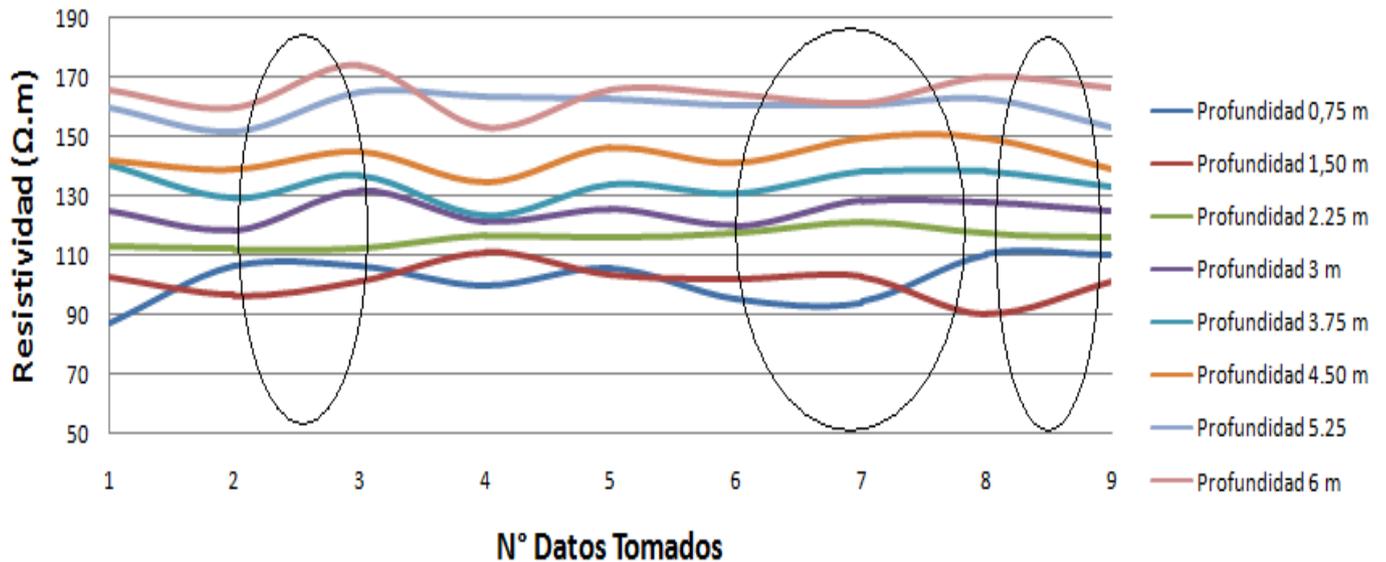
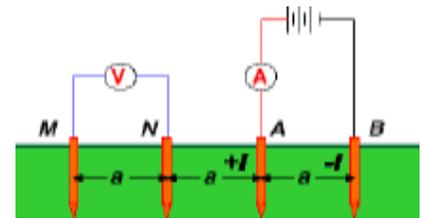


Ilustración 13: Grafica Obtenida a partir de los resultados obtenidos en la Tabla 64

Tabla 65: Observaciones de la ilustración 13

Datos	Observaciones
2--3	Suelo seco debido a días sin lluvia antes de la medicion.
6--8	Suelo seco debido a días sin lluvia antes de la medicion.
8--9	Suelo humedo debido a días de lluvia antes de la medicion

Tabla 66: Comparación de los resultados obtenidos con la configuración (e) del método de Wenner

Profundidad de exploración (m)	16 de mayo ($\Omega\cdot m$)	18 de mayo ($\Omega\cdot m$)	19 de mayo ($\Omega\cdot m$)	20 de mayo ($\Omega\cdot m$)	26 de mayo ($\Omega\cdot m$)	30 de mayo ($\Omega\cdot m$)	8 de junio ($\Omega\cdot m$)	13 de junio ($\Omega\cdot m$)	17 de junio ($\Omega\cdot m$)
0,75	109,37	113,66	111,45	104,14	118,75	100,52	94,77	121,44	120,87
1,50	117,43	137,04	133,83	111,40	106,88	106,50	101,32	161,26	160,22
2,25	145,90	150,28	153,81	138,26	132,32	128,08	121,72	152,40	164,98
3,00	180,20	187,18	173,60	179,26	166,82	170,40	160,03	182,84	181,52
3,75	198,16	217,01	201,93	227,61	197,92	196,98	188,02	206,87	204,99
4,50	240,90	246,55	235,81	257,30	223,93	228,46	216,58	237,50	235,24
5,25	246,41	263,23	234,54	236,18	232,23	240,14	238,82	256,97	253,67
6,00	260,88	272,94	249,19	253,72	249,57	250,70	244,67	252,96	248,81

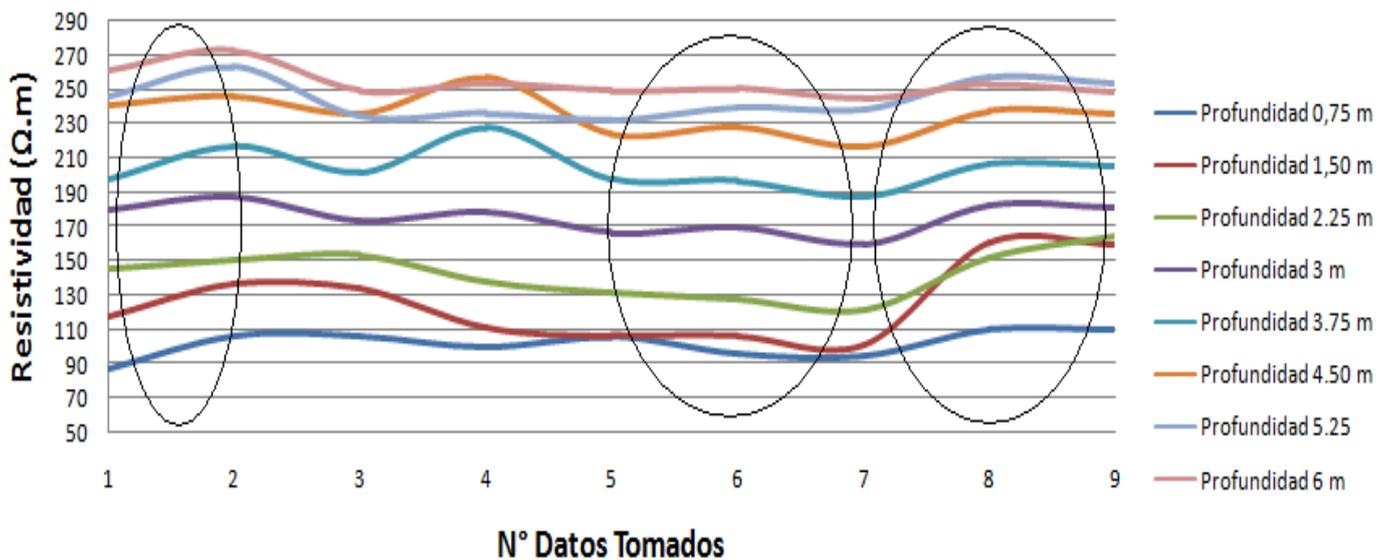
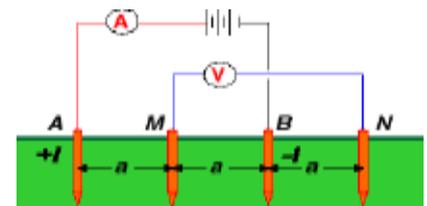


Ilustración 14: Grafica Obtenida a partir de los resultados obtenidos en la Tabla 66

Tabla 67: Observaciones de la ilustración 14

Datos	Observaciones
1--2	Suelo seco debido a dias sin lluvia antes de la medicion.
5--7	Comportamiento estable
7--9	Suelo seco debido a dias sin lluvia antes de la medicion.

Tabla 68: Comparación de los resultados obtenidos con la configuración (f) del método de Wenner

Profundidad de exploración (m)	16 de mayo (Ω-m)	18 de mayo (Ω-m)	19 de mayo (Ω-m)	20 de mayo (Ω-m)	26 de mayo (Ω-m)	30 de mayo (Ω-m)	8 de junio (Ω-m)	13 de junio (Ω-m)	17 de junio (Ω-m)
0,75	109,19	113,66	111,45	104,00	118,94	100,52	94,77	121,44	120,87
1,50	117,24	137,04	133,83	111,59	106,88	106,50	101,32	161,26	160,22
2,25	145,61	150,28	153,81	137,98	132,61	128,08	121,72	152,40	164,98
3,00	179,45	187,18	173,60	179,26	166,44	170,40	160,03	182,84	181,52
3,75	197,45	217,01	201,93	227,37	198,63	196,98	188,02	206,87	204,99
4,50	239,77	246,55	235,81	255,88	223,65	228,46	216,58	237,50	235,24
5,25	246,74	263,23	234,54	235,86	236,18	240,14	238,82	256,97	253,67
6,00	261,25	272,94	249,19	259,37	256,73	250,70	244,67	252,96	248,81

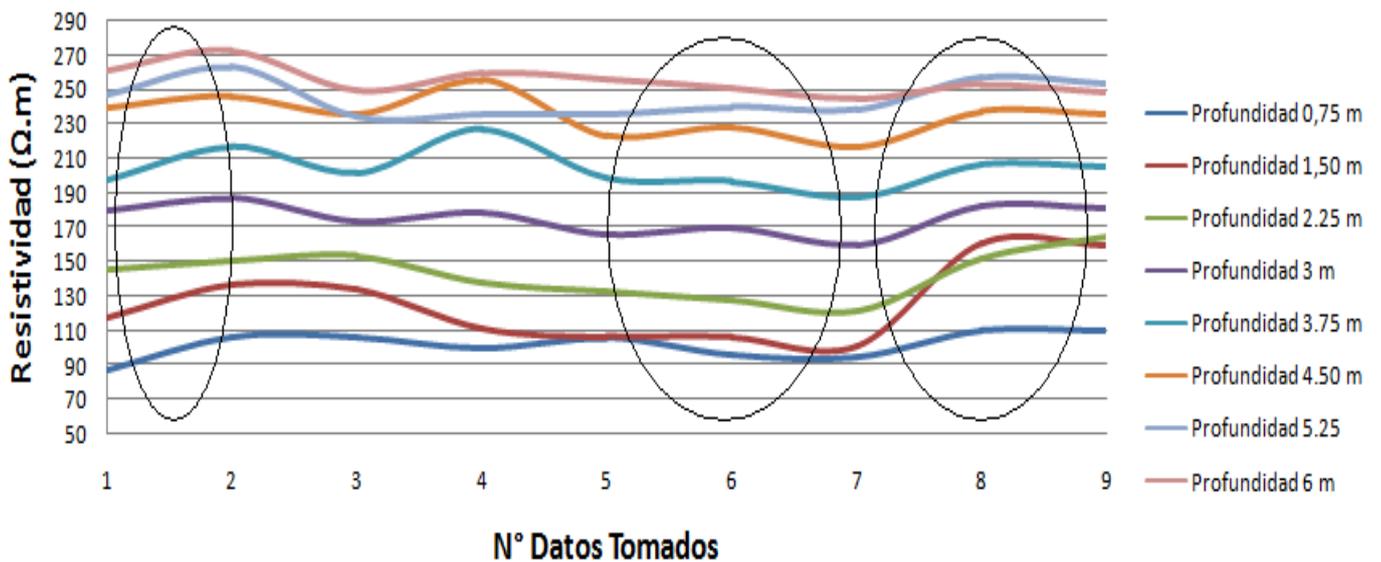
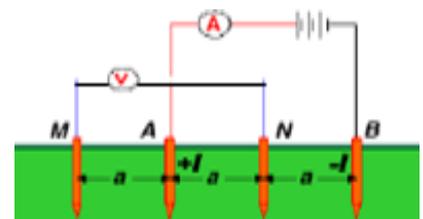


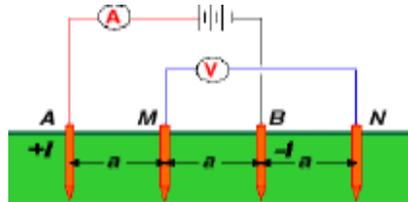
Ilustración 15: Obtenida a partir de los resultados obtenidos en la Tabla 68

Tabla 69: Observaciones de la ilustración 15

Datos	Observaciones
1--2	Suelo seco debido a días sin lluvia antes de la medición.
5--7	Comportamiento estable
7--9	Suelo seco debido a días sin lluvia antes de la medición.

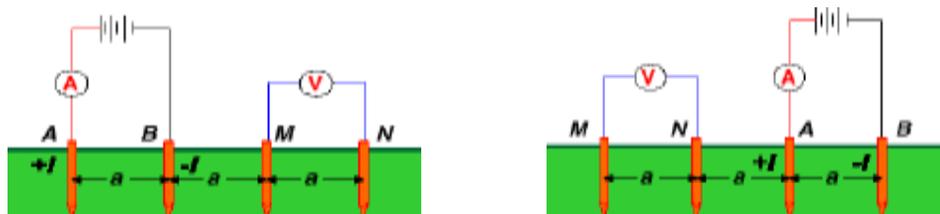
8. ANALISIS DE RESULTADOS DE LAS GRAFICAS

- Para la configuración “e” del método de Wenner se presentaron los valores de resistividad más estables y uniformes en comparación con las demás configuraciones.

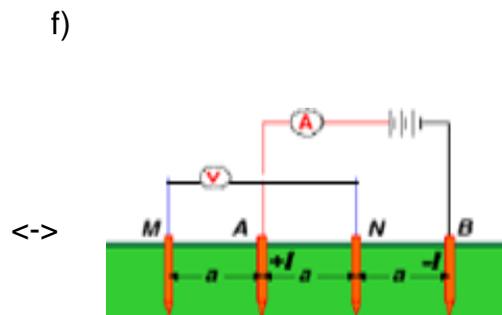
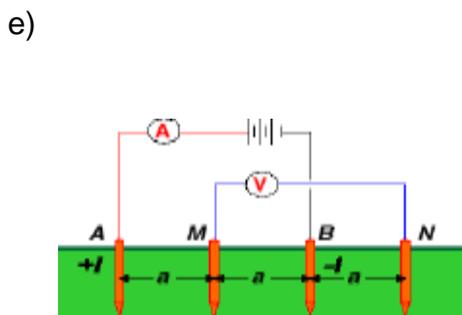
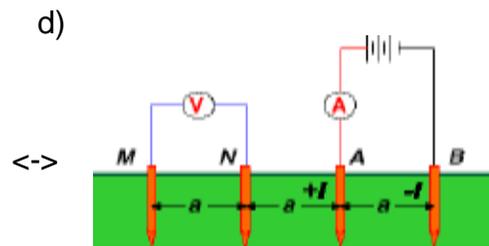
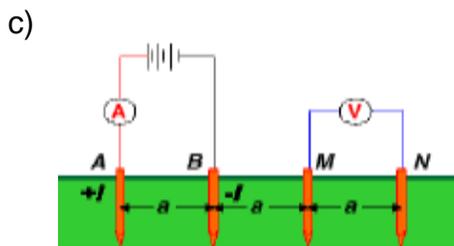
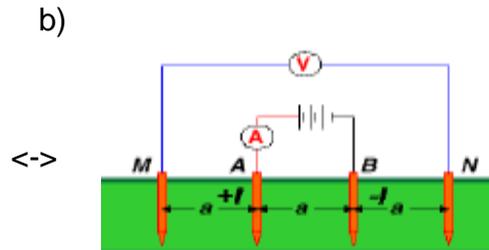
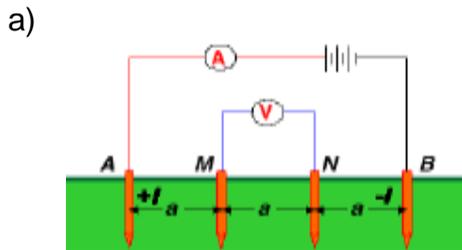


- En todas las configuraciones de Wenner se puede decir que a la profundidad de exploración 0,75 m se observa un comportamiento diferente a las demás profundidades de exploración, presentando crecimiento de la resistividad cuando en las demás profundidades la resistividad disminuye. Como sugerencia se debe tener en cuenta las mediciones a partir de una profundidad de exploración mayor o igual a 1,5 m.

- En las configuraciones “c” y “d” se observa que el comportamiento de la resistividad es oscilatorio comparandolo con respecto a las demás configuraciones que tienen un comportamiento mas estable.



- Para los siguientes pares de configuraciones del método de Wenner se evidencio que el comportamiento de la resistividad presentaba tendencias similares, esto se debe a que la configuración “a” es inversa a la “b”, la “c” a la “d” y la “e” a la “f”.



9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El método de Wenner es el más utilizado por su facilidad para tomar las medidas de resistividad de un terreno.
- Los electrodos deben ser enterrados (en lo posible) a una misma profundidad. La profundidad no debe exceder el 5% de la separación mínima de los electrodos, se debe enterrar a 5 cm.
- Como aspectos de seguridad, no se debe hacer las medidas en condiciones atmosféricas adversas.
- Preferiblemente los datos se deben tomar en tiempo seco debido a que se presenta la condición más extrema de temperatura y la resistencia tomara su valor máximo.
- Como mínimo deberá medirse en dos direcciones perpendiculares hacia la parte central del área del terreno y en dos direcciones o perfiles hacia la periferia, paralelos a los lados del área.
- Después de los estudios se observo los efectos de la temperatura y la humedad en la resistividad del terreno. Es lógico, por tanto, que la resistividad del terreno variará considerablemente después de que el terreno haya sufrido precipitaciones de lluvias (disminuyendo su valor), o calores extremos (aumentado su valor).
- Para el diseño de un sistema de puesta a tierra es recomendable utilizar el método BOX-COX.[5]

10. GLOSARIO

Conductor del Electrodo de Puesta Tierra: Conductor que es intencionalmente conectado a una puesta a tierra, sólidamente para distribuir la tierra a diferentes sitios de una instalación.

Electrodo de Puesta a Tierra: Conductor en íntimo contacto con el suelo, para proporcionar una conexión eléctrica con el terreno. Puede ser una varilla, tubo, placa, cinta, o cable.

Método de Schlumberger: El método de Schlumberger es una modificación del método de Wenner, ya que también emplea 4 electrodos, pero en este caso la separación entre los electrodos centrales o de potencial se mantiene constante, y las mediciones se realizan variando la distancia de los electrodos exteriores a partir de los electrodos interiores, a distancia múltiplos (n) de la separación base de los electrodos internos.

Potencial Eléctrico: Es la diferencia de voltaje entre un punto y alguna superficie equipotencial que generalmente es la superficie del suelo, la cual es seleccionada arbitrariamente como de potencial cero o tierra remota. Un punto el cual tiene un potencial más alto que el cero se llama potencial positivo y en caso contrario potencial negativo.

Puesta a tierra: Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuyen las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende: Electrodos, conexiones y cables enterrados. También se le conoce como toma de tierra o conexión a tierra.

Puesto a Tierra: Toda conexión intencional o accidental del sistema eléctrico con un elemento considerado como una puesta a tierra. Se aplica a todo equipo o parte de una instalación eléctrica (neutro, centro de estrella de transformadores o generadores, carcasas, incluso una fase para sistemas en delta, entre otros), que posee una conexión intencional o accidental con un elemento considerado como puesta a tierra.

Resistencia Mutua de Electrodos: Fenómeno resistivo que aparece entre electrodos de puesta a tierra o puntos próximos en el suelo, mediante el cual, la

corriente que se dispersa a través de uno de ellos, modifica el potencial del otro. Su unidad es el (Ω).

Resistividad Apparente: Es la resistividad obtenida con una medida directa en el suelo natural, bajo el esquema geométrico especificado por el método de cuatro (4) electrodos, aplicado con circuitos independientes de corriente y tensión, sólo es representativo para un punto de la característica del suelo estratificado.

Resistividad del Suelo: Representa la resistencia específica del suelo a cierta profundidad, o de un estrato del suelo; se obtiene indirectamente al procesar un grupo de medidas de campo; su magnitud se expresa en (Ω -m) o (Ω -cm), es inversa a la conductividad. La resistividad eléctrica (ρ): Es la relación entre la diferencia de potencial en un material y la densidad de corriente que resulta en el mismo. Es la resistencia específica de una sustancia. Numéricamente es la resistencia ofrecida por un cubo de 1m x 1m x 1m, medida entre dos caras opuestas.

Sistema de Puesta a Tierra (SPT): Conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusibles, que unen los equipos eléctricos con el suelo o terreno. Comprende la puesta a tierra y todos los elementos puestos a tierra.

Suelo: Sistema natural, resultado de procesos físicos, químicos y biológicos, con componentes principalmente minerales y sólidos inertes que le dan estabilidad, en conjunto con líquidos y gases que definen su comportamiento eléctrico.

Tierra Remota: También denominada Tierra de Referencia, es el lugar o la zona de mínima resistencia, más próxima del suelo subyacente a una instalación eléctrica o a una puesta a tierra, respecto de las cuales se le atribuye por convención el Potencial cero.

Tierra: Para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a sistemas de puesta a tierra. En temas eléctricos se asocia a suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa, armazón, estructura o tubería de agua. El término "masa" solo debe utilizarse para aquellos casos en que no es el suelo, como en los aviones, los barcos, los carros y otros.

11. BIBLIOGRAFÍA

[1] MOLINA LOPEZ, FRANCISCO JOSE. METODOS PARA MEDIR IMPEDANCIAS DE PUESTA A TIERRA. <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/METODOS-MEDIR-IMPEDANCIAS-PUESTA-TIERRA.php>

[2] LEÓN, GUANAJUATO. MÉXICO. SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA - TEORÍA, DISEÑO, MEDICIÓN y MANTENIMIENTO <http://www.ruelsa.com/notas/tierras/pe70.html>

[3] RAMÍREZ, RUIZ ESTANISLAO. SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA PARA EDIFICIOS INTELIGENTES. <http://pdf.rincondelvago.com/sistemas-de-puesta-a-tierra.html>

[4] EEP DE MEDELLIN. NORMAS DE MONTAJES COMPLEMENTARIOS MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA. http://www.epm.com.co/epm/documentos/institucional/pdf/n_aerea_193.pdf

[5] ORREGO, KAREN LORENA; TABARES SANCHEZ, LINA MARIA. ANALISIS DE LA METODOLOGIA BOX - COX PARA MEDIR RESISTIVIDAD DEL TERRENO. Tesis. -- Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Eléctrica. Escuela de Tecnología Eléctrica.

[6] GARCIA OSORIO, GERMAN DARIO. MODELAMIENTO DE ZONAS DE RESISTIVIDAD DE TERRITORIO Y SU INFLUENCIA EN LA LOCALIZACION DE FALLAS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCION. Tesis. -- Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Física y Ciencias de la Computación. Programa en Ingeniería Eléctrica.

[7] SANZ ALZATE, JORGE HUMBERTO. MEDICIÓN RESISTIVIDAD RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA. MEDIDAS DE RESISTENCIA ELÉCTRICA DE SUBSUELO. Tesis Universidad Tecnológica de Pereira.

[8] MOLINA PADRON, WALTER LUIS. DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA POR MEDIO DE SONDEOS TIPO WENNER, DIPOLO-DIPOLO Y WENNER-SCHLUMBERGER CON LA UTILIZACIÓN DE LOS PROGRAMAS DCINV, RES2DMOD Y RES2DINV. Tesis Universidad Simón Bolívar.