

Estudio Geofísico de Sondajes Eléctricos Verticales - SEV



Municipalidad Provincial de Picota.
PICOTA-SAN MARTIN

Picota, Diciembre 2014



INDICE

INDICE.....	2
Índice de Figuras y Tabl.....	3
1. Generalidades.....	4
1.1 Introducción.....	4
1.2 Ubicación del Área de Estudio.....	4
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 General:.....	4
1.3.2 Específicos:.....	5
1.4 Actividades.....	5
2. Método Aplicado al Estudio.....	6
2.1 Prospección Geofísica - Resistividad.....	6
2.2 Método Geofísico de Resistividad: (SEV) Simétrico.....	6
2.3 Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) asimétrico.....	7
3. Características del Estudio en Campo.....	8
3.1 Recursos Humanos.....	8
3.2 Características del Equipo Geofísico: tipo PSYSCAL.....	9
4. Características del Estudio en Gabinete.....	10
5. Resultados e Interpretación.....	11
5.1 SEV1-Sector Picota (Lámina N° 1).....	11
5.1 SEV2-Sector Picota (Lámina N° 2).....	12
5.1 SEV3-Sector Picota (Lámina N° 3).....	14
5.6 Mapa de Resistividades al Nivel de 15 m (Mapa N°1).....	15
5.7 Mapa de Isobatas a la Napa Freática (Mapa N° 2).....	16


Eduardo C. Rodrigo Huánuco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.F. N° 91915

1. Generalidades

1.1 Introducción

El presente Estudio Geofísico de Sondajes Eléctricos Verticales - forma parte del Estudio de Selección de Sitio para relleno sanitario del Distrito de Pucacaca, Picota, Provincia de Picota, Región San Martín.

Se aplico el Método de Resistividad Geoelectrica - Sondeos Eléctricos Verticales, para evaluar las características físicas del subsuelo, indicar las condiciones geoestructurales y conocer el comportamiento del subsuelo.

Para elaborar el documento se efectuaron dos etapas: campo y gabinete, la primera se efectuó acorde con la programación y contando con el apoyo de la Municipalidad del Distrito de Pucacaca,, Picota, mientras que la segunda constituyó el análisis de los datos obtenidos en campo y la síntesis de los mismos en el presente informe.

1.2 Ubicación del Área de Estudio

El área de estudio con fines de selección de sitio para un relleno sanitario se ubica en distrito de Pucacaca , Picota, Provincia de Picota, Región San Martín.

(Plano N° P-01).

1.3 Objetivos

1.3.1 General:

Elaborar un Estudio Geofísico de Sondajes Eléctricos Verticales - SEV como parte del Estudio de Selección de Sitio para relleno sanitario del Distrito de Pucacaca, Picota Provincia de Picota, Región San Martín.


Eduardo C. Rodrigo Huánuco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.P. N° 91915

1. Método Aplicado al Estudio

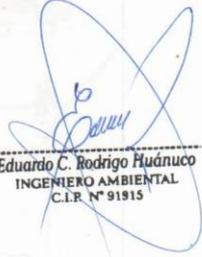
1.3.2 Específicos:

- Identificar la existencia y profundidad de la napa freática en las áreas seleccionadas para la ubicación del futuro relleno sanitario.
- Determinar e identificar los límites de las interfases de los diferentes horizontes verticales del corte geoelectrico y correlacionarlos en forma bidimensional con la geología.
- Evaluar la granulometría del subsuelo en base a sus parámetros geofísicos.

1.4 Actividades

- La primera actividad para efectuar este trabajo fue recopilar la información disponible del área tal como el Mapa Geológico a la escala 1:100 000 del INGEMMET¹, plano topográfico del sector prospectado, registros de información geológica superficial, etc.
- Luego, en campo, se efectuaron tres (3) Sondajes Eléctricos Verticales - SEV en distintos lugares en donde en uno de los cuales se erigirá la infraestructura.
- Finalmente, en gabinete, se procesaron los datos obtenidos en campo, generando información que luego de analizarse permitieron determinar las características físicas del subsuelo, determinar las condiciones geoestructurales e inferir el comportamiento del subsuelo.

¹ INGEMMET: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú.


Eduardo C. Rodrigo Huánuco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.R. N° 91915

2. Método Aplicado al Estudio

2.1 Prospección Geofísica - Resistividad

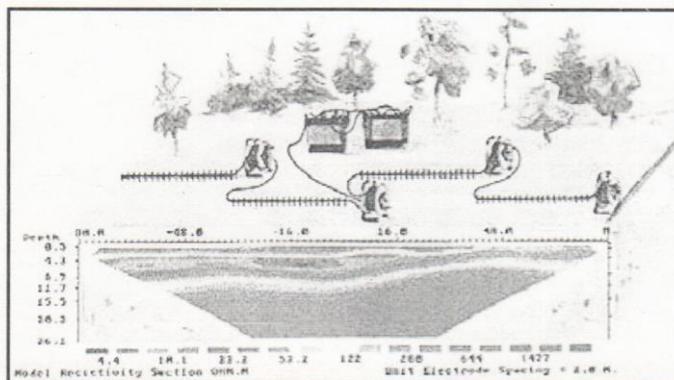
Esta técnica geofísica se caracteriza por el estudio de las variaciones de parámetros físicos de las rocas ó de los suelos, que tienen rangos de valores definidos como se muestra en la Figura N° 1.

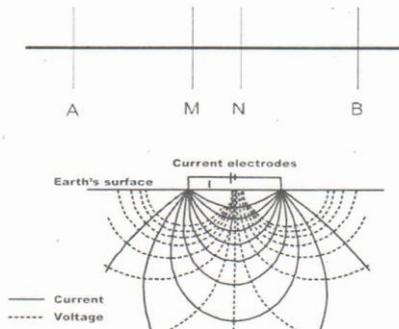
2.2 Método Geofísico de Resistividad: (SEV) Simétrico

Es un método geoelectrico indirecto normado y diseñado internacionalmente, para estudios de cortes geológicos, se emplea Sondaje Eléctrico Vertical (SEV) de configuración simétrica lineal tetraelectródica (AMNB), el Dispositivo Tetraelectródico Schlumberger empleado se muestra en la Figura N° 2.

Una vez emplazado los electrodos en superficie, se introduce ciclos de corriente regulada, siendo el subsuelo un medio físico heterogéneo muy complejo, ofrece mayor ó menor dificultad al paso de la corriente eléctrica regulada, que está condicionada e influido por factores como: tipo de litología, granulometría, textura de las rocas, compacidad de las capas, temperatura, mineralización ó salinización y flujos de aguas subterráneas, principalmente.

Figura N° 1: Dispositivo Tetraelectródico Schlumberger- Wenner. *Eduardo C. Rodrigo Huánuco*
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.P. N° 91915





Dispositivo Schlumberger: Supone los electrodos de potencial a una separación infinitesimal para los cálculos teóricos, comparados con la separación entre los electrodos de corriente.

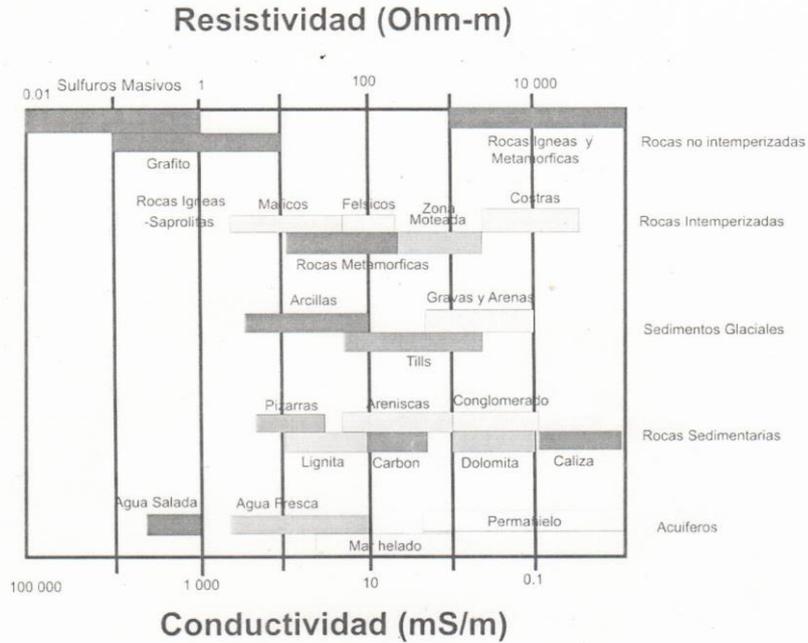
2.3 Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) asimétrico

El dispositivo electródico lineal asimétrico trielectródico (AMNB), traslada uno de los electrodos de emisión al infinito.

Con el dispositivo trielectródico, la resistividad aparente es registrada con el equipo geofísico de dispositivo aleatorio complementario al dispositivo simétrico; se emplea en zonas ó áreas con dificultades de accesibilidad para los monitoreos de datos de campo y en la optimización de mapeos del subsuelo.

Eduardo C. Rodrigo Huánuco
 Eduardo C. Rodrigo Huánuco
 INGENIERO AMBIENTAL
 C.I.P. N° 91915

Figura N° 2: Valores de resistividad de las rocas más comunes, materiales de suelo.



3. Características del Estudio en Campo

El trabajo de campo se desarrolló de acuerdo a lo previsto teniendo en cuenta un control de la topografía y geología del área del proyecto.

El trabajo de campo se ejecutó con recursos humanos, equipo e instrumentos geofísicos y accesorios varios.

3.1 Recursos Humanos

- 01 Ingeniero Geofísico, especialista en monitoreo e interpretación, de


 Eduardo C. Rodrigo Hudnuco
 INGENIERO AMBIENTAL
 C.I.P. N° 91913

estudios geoelectrónicos – con fines ambientales, geotécnicos e hidrogeológicos.

- 01 Técnico especialista en los Registros Geofísicos de Datos de campo.
- Supervisión del Jefe del Proyecto.
- 03 Ayudantes de campo contratados por la contraparte, para plantado de electrodos y tendido de carretes de cables y traslados a las estaciones de SEV.

3.2 Características del Equipo Geofísico: tipo PSYSCAL

Para el desarrollo de las actividades de prospección en campo se ha utilizado el siguiente equipo:

Se empleó un resistímetro modelo PSYSCAL JUNIOR, de la INSTRUMENTS IRIS digital Francesa (Foto N° 01). Con las siguientes especificaciones técnicas:

Las Especificaciones del Transmisor

- Intensidad hasta 800 mA
- Voltaje de salida: hasta 400 V (800 V pico a pico).
- Potencia : 50 W
- Duración del pulso : (0.5 1 o 2 s)
- Precisión sobre la corriente : mejor que 1%

Las Especificaciones del Receptor

- Proceso de medición y calibración automático
- Impedancia de entrada : 10 MOhms mínimo
- Rango de voltaje : protección hasta 1000 V
- Precisión sobre $\Delta V/I$: ± 0.001 mOhms (a 800 mA)
- Temperatura de funcionamiento: -10°C a $+70^{\circ}\text{C}$
- Alimentación : Batería interna 12 V, 7ª ó externa de 12V
- Calculo de error Standard
- Calculo del Potencial Espontaneo –SP


Eduardo C. Rodrigo Hudnuco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.P. N° 91915

4. Características del Estudio en Gabinete

La información de campo registrada es procesada, analizada e interpretada rigurosamente en gabinete; las características físicas de las formaciones geológicas fue correlacionada con la información de la carta geológica regional del INGEMMET, y el reconocimiento y levantamiento geológico del área de estudio.

La información es procesada por software, con conocimiento de los parámetros georesistivos de los grupos, formaciones geológicas y depósitos sedimentarios cuaternarios, amplio sustento teórico, y experiencia para su interpretación, siendo ésta etapa la más compleja, para llegar a resultados óptimos, como producto final se obtienen secciones, perfiles y columnas geoelectricas representando a la geofoma interna ó la geometría subterránea del corte geológico del área estudiada.

La ubicación de los SEV se muestra en la siguiente Tabla N° 01:

Tabla N° 01: Ubicación de los ensayos SEV realizados en el área de estudio Datum WGS 84-Zona 18

SEV	Coordenadas	
	Este	Norte
SEV-01	346 491	9 242 334
SEV-02	351 800	9 243 320
SEV-03	351 735	9 244 792

Fuente: Elaboración Propia GPS.


Eduardo C. Rodrigo Huiduco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.F. N° 91915

5. Resultados e Interpretación

Se ha graficado tres perfiles geoelectricos con los resultados obtenidos de los tres (3) Sondeos Eléctricos Verticales - SEV, ubicados en tres distintos lugares, se ha correlacionado de forma independiente los valores de la resistividades con la litología del lugar, la que se observa las variaciones geofísicas para los diferentes puntos SEV en profundidad, se puede definir: el espesor de las capas superficiales (depósitos recientes) y la formación geológica que alberga el agua subterránea, granulometría, permeabilidad de las capas geoelectricas existentes en el área.

5.1 SEV1-Sector Picota (Lámina N° 1)

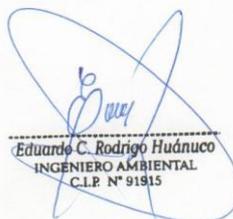
Punto de ensayo realizado cerca de la localidad de Picota (Pto. UTM 346491 E, 9242334 N), los resultados se realizaron en base al registro del Sondeo Eléctrico Vertical-SEV1, cuyos resultados se muestran en el Tabla N° 02.

Tabla N° 02: SEV1-distrito de Picota

TIPO		RESULTADOS											
SEV	DE	1ra.Capa		2da.Capa		3ra.Capa		4ta.Capa		5ta.Capa		6ta.Capa	
		ρ_1	E1	ρ_2	E2	ρ_3	E3	ρ_4	E4	ρ_5	E5	ρ_6	E6
SEV1	KHKH	17	0.5	42	3.1	14.7	16.4	67	0.4	3	20.5	5445	----

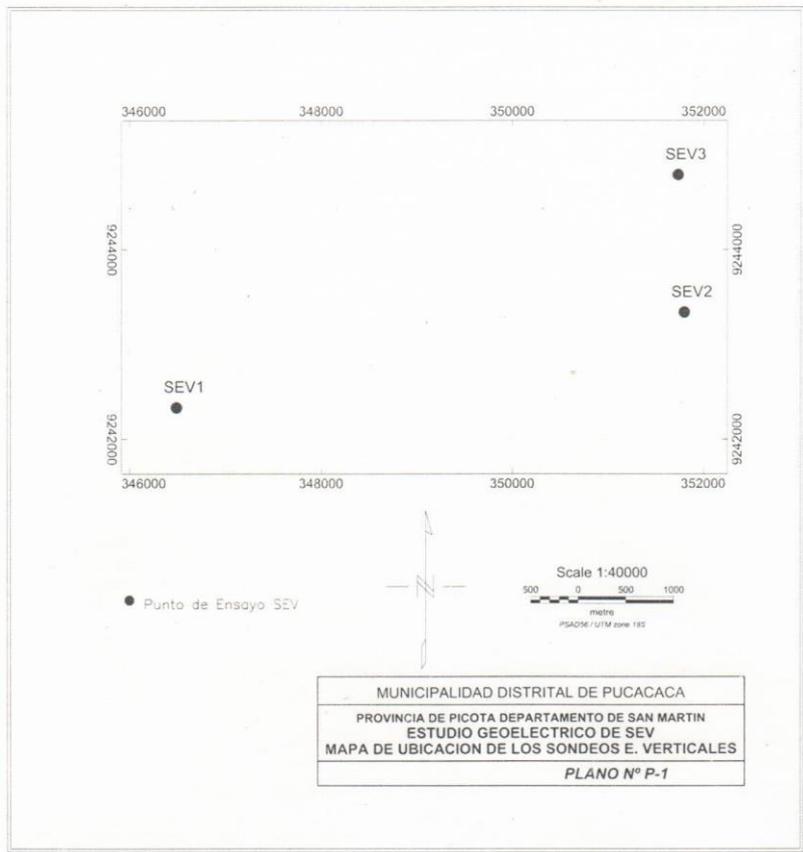
ρ = Resistividad Geoelectrica (Ω -m)

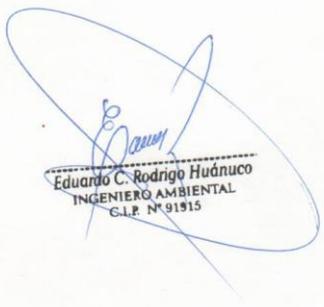
E= Espesor de la capa en metros


Eduardo C. Rodrigo Huánuco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.P. N° 91915

-Plano de Ubicación de SEV-


Eduardo G. Rodrigo Huánico
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.P. N° 91915

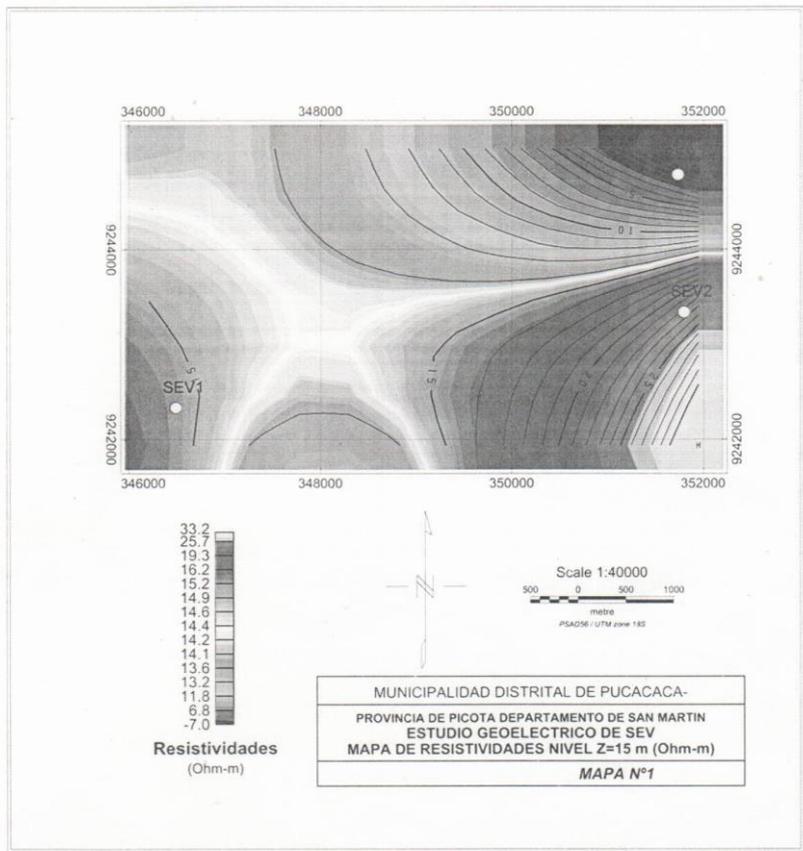



 Eduardo C. Rodrigo Huánuco
 INGENIERO AMBIENTAL
 C.I.P. N° 91915

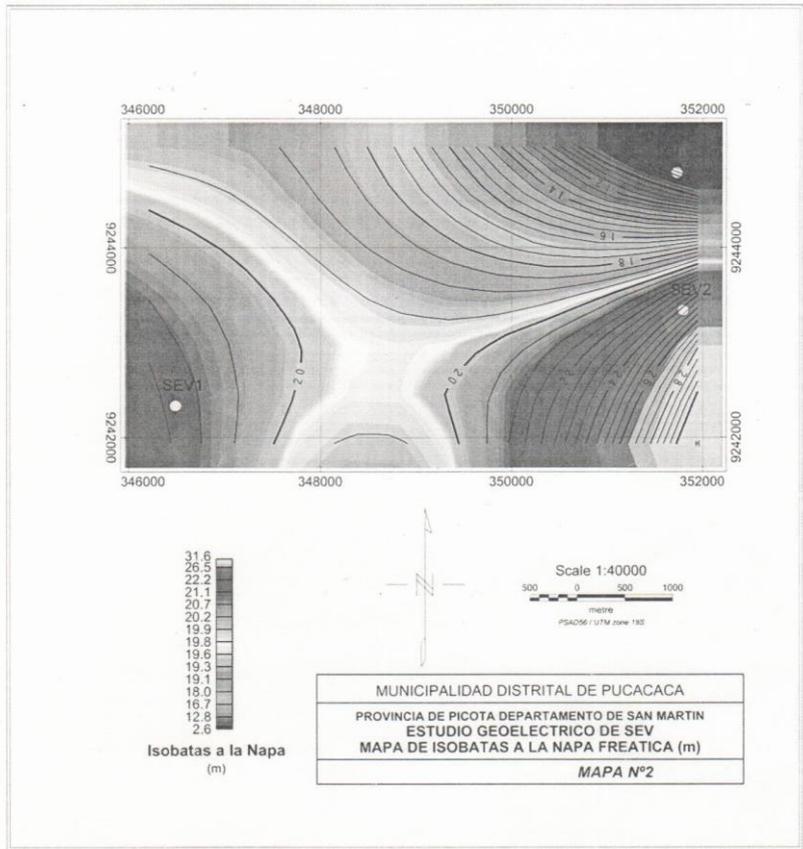
-Mapas Geofísicos-



Eduardo C. Rodrigo Huánuco
INGENIERO AMBIENTAL
C.E.P. N° 91915

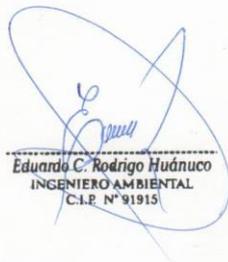


Eduardo C. Rodríguez Huánuco
Eduardo C. Rodríguez Huánuco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.P. N° 91815



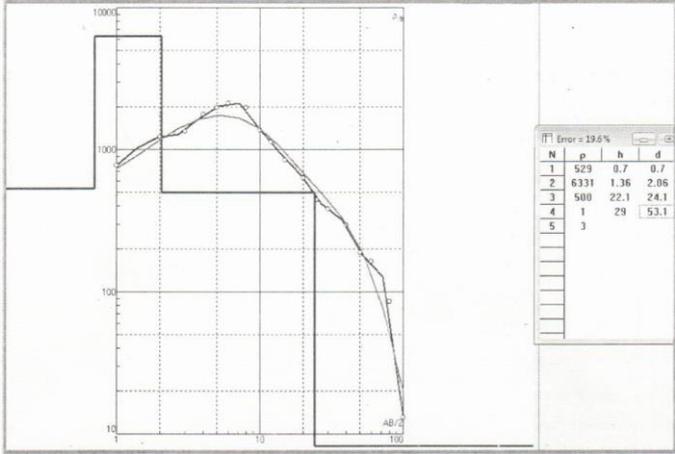
Eduardo C. Rodrigo Huánuco
 Eduardo C. Rodrigo Huánuco
 INGENIERO AMBIENTAL
 C.I.P. N° 91915

-Curvas de Sondeos Eléctricos-
SEV

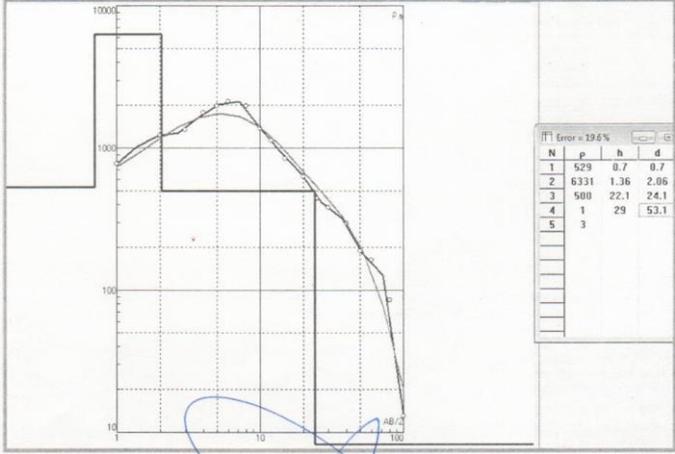


Eduardo C. Rodrigo Huáneco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.P. N° 91915

SEV1 – Curva Geoelectrica –distrito Pucacaca-Picota-Provincia de Picota – San Martin

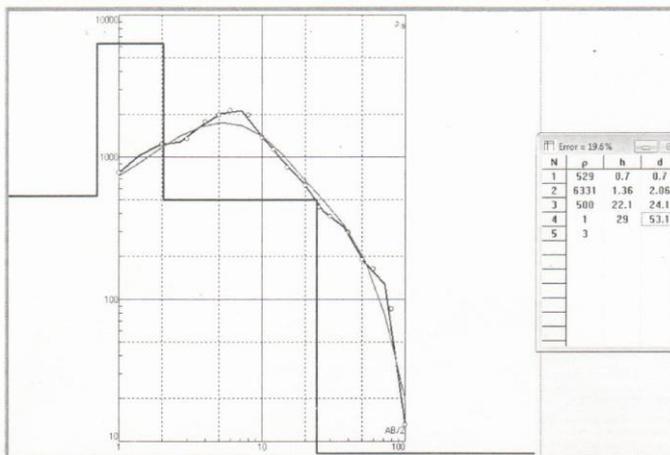


SEV2 – Curva Geoelectrica –distrito Pucacaca-Picota Provincia de Picota – San Martin



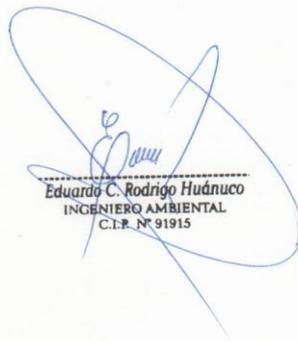
Eduardo C. Rodrigo Huánuco
Eduardo C. Rodrigo Huánuco
 INGENIERO AMBIENTAL
 C.I.P. N° 91915

SEV3 – Curva Geoelectrica –distrito Pucacaca-Picota Provincia de Picota – San Martin




Eduardo C. Rodrigo Huánuco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.B. N° 91915

-SEV - Registro Geoelectrico-

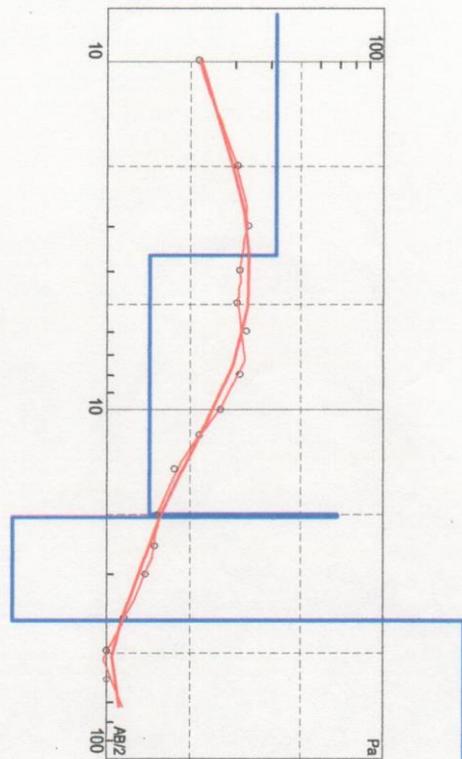
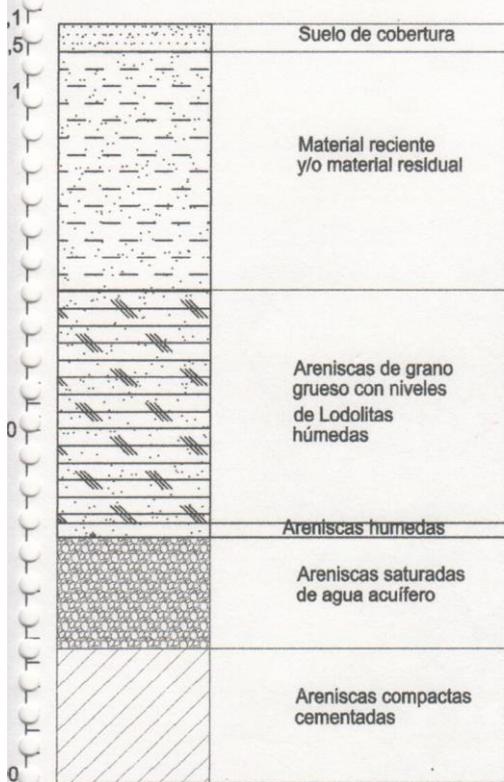


Eduardo C. Rodrigo Hudnuco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.F. N° 91915

SEV1 - Sector Picota (Pto. Lat. 6.85; Long. 76.38)

Perfil Litológico	Descripción
-------------------	-------------

Curva de Sondeo Eléctrico Vertical



La interpretación es la siguiente:

En el **SEV1** se alcanzó a investigar hasta los 100 metros de profundidad. En esta columna geofísica se aprecian resistividades bajas y altas. En superficie se tiene una capa con resistividades del orden de los $\rho_a=17$ Ohm-m y espesor de 0.5 m que corresponden a un material de cobertura superficial; subyace una gruesa capa de material reciente con resistividades altas de 42 Ohm-m y espesor de $E=3.1$ m.; subyaciendo se encuentra el material de Areniscas y limolitas intercaladas con resistividades del orden de los 15 Ohm-m y espesor de $E=16.4$ m; por debajo yace un material muy delgado de areniscas de grano grueso con resistividades de 67 Ohm-m y espesor 0.4 m; por debajo subyace a 20.4 m de profundidad, el material muy permeable de areniscas saturadas de agua que correspondería al acuífero, con resistividades de 3 hm-m y espesor de 20.5 m y por debajo muy probablemente corresponda a un material resistivo e impermeable con resistividades altas del orden de los 5445 Ohm-m de espesor indeterminado.

En este Sondeo indirecto, la napa freática del Acuífero muy conductiva se encuentra a profundidades de:

SEV	Profundidad (m) a la Napa Freática
SEV1	20.4

5.1 SEV2-Sector Picota (Lámina N° 2)

Punto de ensayo realizado cerca de la localidad de Picota (Pto. UTM 351800 E , 9243340 N), los resultados se realizaron en base al registro del Sondeo Eléctrico Vertical-SEV2, cuyos resultados se muestran en el Tabla N° 03

Tabla N° 03: SEV1-distrito de Picota



Eduardo C. Rodrigo Huánuco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.E. N° 91915

SEV	TIPO	RESULTADOS											
	DE	1ra.Capa		2da.Capa		3ra.Capa		4ta.Capa		5ta.Capa		6ta.Capa	
	CURVA	ρ_1	E1	ρ_2	E2	ρ_3	E3	ρ_4	E4	ρ_5	E5	ρ_6	E6
SEV2	QHKH	31	0.5	13	2.8	4	6.5	22	14.5	2	14	1223	----

ρ = Resistividad Geoelectrica (Ω -m)

E= Espesor de la capa en metros

La interpretación es la siguiente:

En el **SEV2** se alcanzó a investigar hasta los 100 metros de profundidad. En esta columna geofísica se aprecian resistividades bajas y altas. En superficie se tiene una capa con resistividades del orden de los $\rho_a=31$ Ohm-m y espesor de 0.5 m que corresponden a un material de suelo de cobertura superficial muy reciente y/o material residual y subyaciendo se encuentra una delgada capa de material reciente con resistividades altas de 13 Ohm-m y espesor de $E=3.3$ m.; subyace el material de Areniscas y limolitas intercaladas, muy húmedo y/o muy arcillosos con resistividades del orden de los 4 Ohm-m y espesor de $E=6.5$ m ; subyaciendo se encuentra el material de areniscas de grano grueso semiconsolidado con resistividades de 22 Ohm-m y espesor de $E=14.5$ m; por debajo subyace a una profundidad de 24.4 m, el material muy permeable de areniscas saturadas de agua que correspondería al acuífero, con resistividades de 2 Ohm-m y espesor de 14 m y por debajo subyace un material más compacto de limolitas y areniscas con resistividades de 1223 Ohm-m.

En este Sondeo indirecto, la napa freática del Acuífero muy conductiva se encuentra a profundidades de:


 Eduardo C. Rodrigo Huánuco
 INGENIERO AMBIENTAL
 C.I.P. N° 91915

SEV	Profundidad (m) a la Napa Freática
SEV1	24.4

5.1 SEV3-Sector Picota (Lámina N° 3)

Punto de ensayo realizado en la siguiente coordenada (Pto. UTM (351735 E, 9244792 N), los resultados se realizaron en base al registro del Sondeo Eléctrico Vertical-SEV3, cuyos resultados se muestran en el Tabla N° 04.

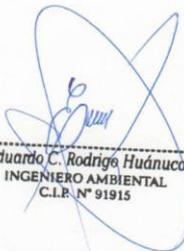
Tabla N° 04: SEV3-distrito de PICOTA

SEV	Tipo de Curva	Resultados									
		1ra. Capa		2da. Capa		3ra. Capa		4a. Capa		5a. Capa	
		ρ_1	E1	ρ_2	E2	ρ_3	E3	ρ_4	E4	ρ_5	E5
SEV3	QHA	19	1.4	10	8	3	15	824	43	2122	---

ρ = Resistividad Geoelectrica (Ω -m)

E= Espesor de la capa en metros

La interpretación es la siguiente:


 Eduardo C. Rodrigo Huánuco
 INGENIERO AMBIENTAL
 C.I.P. N° 91915

SEV3 con una profundidad de investigación de hasta 100 metros. En esta columna geofísica se aprecian resistividades bajas y altas. En superficie se tiene una capa con resistividades del orden de los $\rho_a=19$ Ohmio-m y

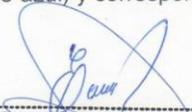
espesor de 1.4 m que corresponden a un material de cobertura superficial suelo de cobertura muy reciente y subyaciendo se encuentra una muy delgada capa de material reciente con resistividades altas de 18 Ohm-m y espesor de E=8 m.; por debajo se ha determinado a una profundidad de 9,4 m, presencia del material muy permeable de areniscas saturadas de agua que correspondería al acuífero, con resistividades de 3 Ohm-m Ohm-m y espesor de E=15 m; subyaciendo se encuentra el material de Areniscas y limolitas intercaladas en estado semiconsolidado con resistividades del orden de los 824 Ohm-m y espesor de E=43 m; y por debajo se ha determinado un material más compacto de limolitas y areniscas con resistividades de 1223 Ohm-m.

En este Sondeo indirecto, la napa freática del Acuífero muy conductiva se encuentra a profundidades de:

SEV	Profundidad (m) a la Napa Freática
SEV1	9.4

5.6 Mapa de Resistividades al Nivel de 15 m (Mapa N°1)

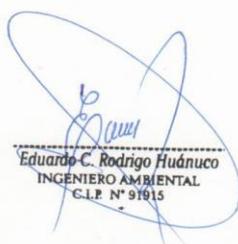
Este mapa nos indica el comportamiento resistivo y/o conductivo en profundidad nivel de 15 m respecto a la cota de superficie y muestra que los contornos más resistivos o de valores máximos de resistividad mayores a 15 Ohm-m (en el mapa de color rojo-lila) se localiza en los sectores sureste y este del área prospectada en los SEV1 y SEV2 y corresponden a material con menor contenido de granulometría fina; valores moderados se ubican al noroeste y parte sur del área con valores de entre 12 a 15 Ohm-m; valores mínimos con resistividades menores a 12 Ohm-m se ubica al noreste del área en el SEV3 (en el mapa de color celeste-azul) y corresponden a material


Eduardo C. Rodrigo Huánuco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.F. N° 91915

con mayor contenido de finos y/o mayor grado de humedad.

5.7 Mapa de Isobatas a la Napa Freática (Mapa N° 2)

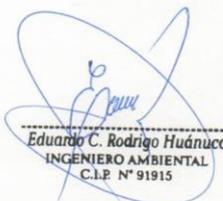
Este mapa nos indica las profundidades a que se encuentra el espejo superior de la napa freática del acuífero existente en la zona con respecto a la superficie de terreno (topografía), donde los valores máximos se localizan en dos sectores, uno al sureste en el SEV2 y el otro al oeste en el SEV1 con valores mayores a 20 m de profundidad y se muestra en el mapa de color rojo- lila ; valores moderados entre 17 a 20 m de profundidad, de color verde amarillo se ubican en el sector central y noroeste del area; valores mínimos de profundidad a la napa freática menores de 17 m se localiza el SEV3 se muestra de color celeste-azul en el mapa, se ubica al noreste del área prospectada.



Eduardo C. Rodrigo Huánuco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.P. N° 91915

6. Conclusiones

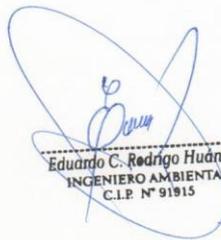
1. El Estudio Geofísico ha llevado a configurar una serie de capas de interés identificables por su extensión y morfología. Se ha determinado capas elementales que varían en espesores y resistividades a causa de sus diferentes grados de compactación, meteorización, alteración y naturaleza.
2. El levantamiento geofísico de campo se completó dentro de la programación establecida, y los regímenes estándares de seguridad del área de trabajo.
3. De acuerdo los resultados de los registros independientes y en su comparación se puede definir en general que en cada SEV ejecutado en tres distintos lugares, son geológica y geomorfológicamente similares, presentándose cambios específicos en los espesores (Ver Anexo de SEV Registros Geoeléctricos)
- 4.- Del análisis e interpretación de Los tres Sondeos Eléctricos Verticales-SEV1, SEV2 y SEV3 (Lámina N° 1 a Lámina N°3) del sector prospectado del distrito de Pucacaca de la provincia de Picota, se ha determinado una secuencia de capas estratigráficas con sus espesores y resistividades que indican tipos de curvas KHKH, QHKH y QHA.
- 5.- Del análisis e interpretación de Los tres Sondeos Eléctricos Verticales-SEV1, SEV2 y SEV3 ejecutados independientemente (Lámina N° 1 a Lámina N°3) del sector prospectado, se ha localizado una capa muy conductiva que corresponde al ACUIFERO SATURADO y cuyas profundidades se muestran en el siguiente cuadro:


Eduardo C. Rodrigo Huánico
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.P. N° 91915

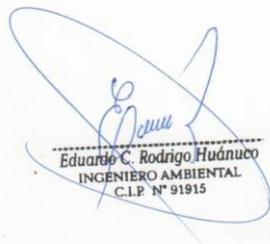
SEV	Profundidad (m) a la Napa Freática
SEV1	20.5
SEV2	24.4
SEV3	9.4

6.- Del análisis e interpretación de los SEVs, se debería de dar prioridad al lugar en donde aplicó el SEV2, luego al lugar donde se aplicó el SEV1, y por último al lugar en donde se aplicó el SEV3, para todos los lugares se deberá de tomar muy en cuenta la profundidad del nivel del acuífero y diseñar la infraestructura evitando la contaminación de la napa freática.

7.- Se recomienda caracterizar las capas de la interpretación geofísica con información complementaria ya sea calicatas y/o SPT.


Eduardo C. Rodríguez Huánuco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.P. N° 91915

Anexos



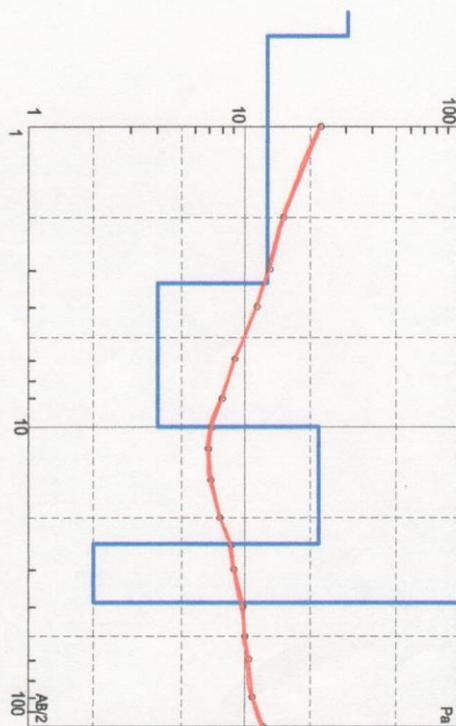
Eduardo C. Rodrigo Huánuco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.P. N° 91915

SEV2 - Sector Picota (Pto. Lat. 6.83; Long. 76.33)

Perfil Litológico	Descripción
-------------------	-------------

Curva de Sondeo Eléctrico Vertical

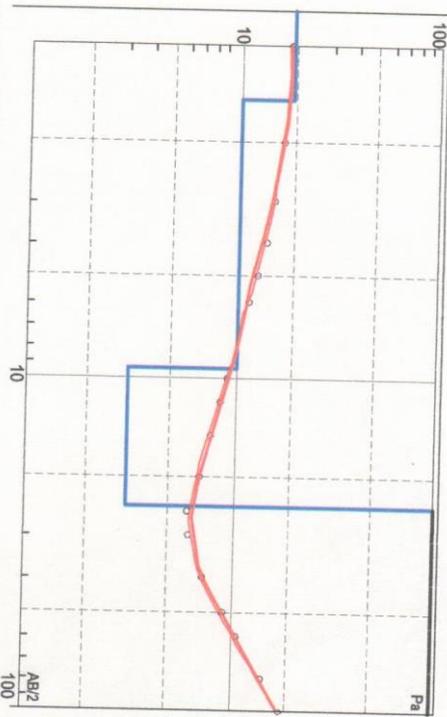
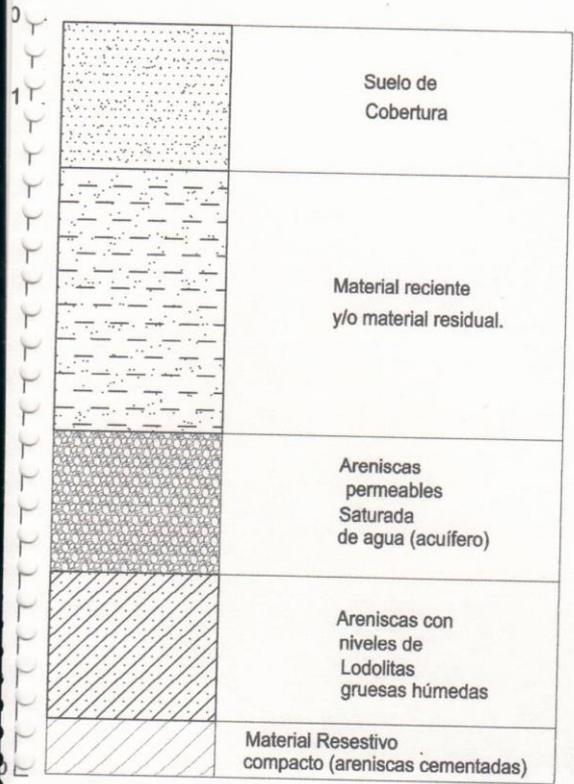
	Suelo de cobertura
	Material reciente y/o material residual
	Areniscas de grano grueso con niveles arcillosos muy húmedos
	Areniscas de grano grueso semiconsolidado
	Areniscas saturadas de agua - Acuífero
	Material resistivo compacto (Areniscas cementadas)



SEV3 - Picota (Pto. Lat. 6.82; Long. 76.33)

Perfil Litológico	Descripción
-------------------	-------------

Curva de Sondeo Eléctrico Vertical



-Panel Fotográfico-



Eduardo C. Rodrigo Huánuco
INGENIERO AMBIENTAL
C.I.P. N° 91915



VISTA FOTOGRÁFICA SEV 2 SECTOR SANTOILLO PICOTA.





VISTA FOTOGRÁFICA DEL SEV 1 PUCACACA SECTOR SEDA SISA.

