

	PROYECTO: "INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY"	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 1 de 39

Revisión	Fecha	Motivo de la Revisión	Modificaciones
A	07/07/26	PARA APROBACION	

Elaborado por: Waldir Soruco	Revisado por: Jaime Torrico A.	Aprobado por: Jaime Torrico A.
		
Firma: Ing. Waldir Soruco R. GEOLOGO - GEOFISICO GEOTIERRA RNI: 19146	Firma: Ing. Wolfrando Chavez Cuellar Especialista en Construcción de Fundaciones Profundas Energy Advances S.R.L.	Firma: Ing. Jaime Torrico Achá GERENTE DE PROYECTO Energy Advances S.R.L.
Cargo: Especialista Geología	Cargo: Gerente de Proyecto	Cargo: Gerente de Proyecto
Fecha: 07/07/26	Fecha: 07/07/26	Fecha: 07/07/26

 	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAÍ SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TÍTULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 2 de 39

ÍNDICE

1. INTRODUCCION	3
2. UBICACION	3
3. OBJETIVO	4
3.1. ACTIVIDADES REALIZADAS	4
4. ASPECTOS FISIOGRAFICOS	5
5. PROSPECCION GEOFISICA	5
5.1. METODO DE MEDICION GEOFISICA.....	5
5.2. EJECUCION DE SONDEOS ELECTRICOS Y EQUIPOS DE MEDICION GEOFISICA.....	6
6. EVALUACION Y REPRESENTACION DE LOS RESULTADOS.....	7
6.1. METODO DE MEDICION.....	7
6.2. REPRESENTACION DE VISTA DE CORTE	8
7. RESULTADOS	9
7.1. GENERALIDADES DE LA RESISTIVIDAD DE LA FORMACION	9
7.2. CORTE GEOELECTRICO TORRE-1	10
7.3. CORTE GEOELECTRICO TORRE-2	12
7.4. CORTE GEOELECTRICO TORRE-3	14
7.5. CORTE GEOELECTRICO TORRE-4	17
7.6. CORTE GEOELECTRICO TORRE- 5	19
7.7. CORTE GEOELECTRICO TORRE-6	21
7.8. CORTE GEOELECTRICO TORRE-7	23
7.9. CORTE GEOELECTRICO TORRE-8	25
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
8.1. CONCLUSIONES.....	27
8.2. RECOMENDACIONES	28
9. BIBLIOGRAFIA	29
10. ANEXOS	30
10.1. ANEXO-1: COORDENADAS DE SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES WG-84	30
10.2. ANEXO-2: CURVAS DE SONDEOS ELECTRICOS Y SU EVALUACION	31

	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAÍ SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TÍTULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 3 de 39

1. INTRODUCCION

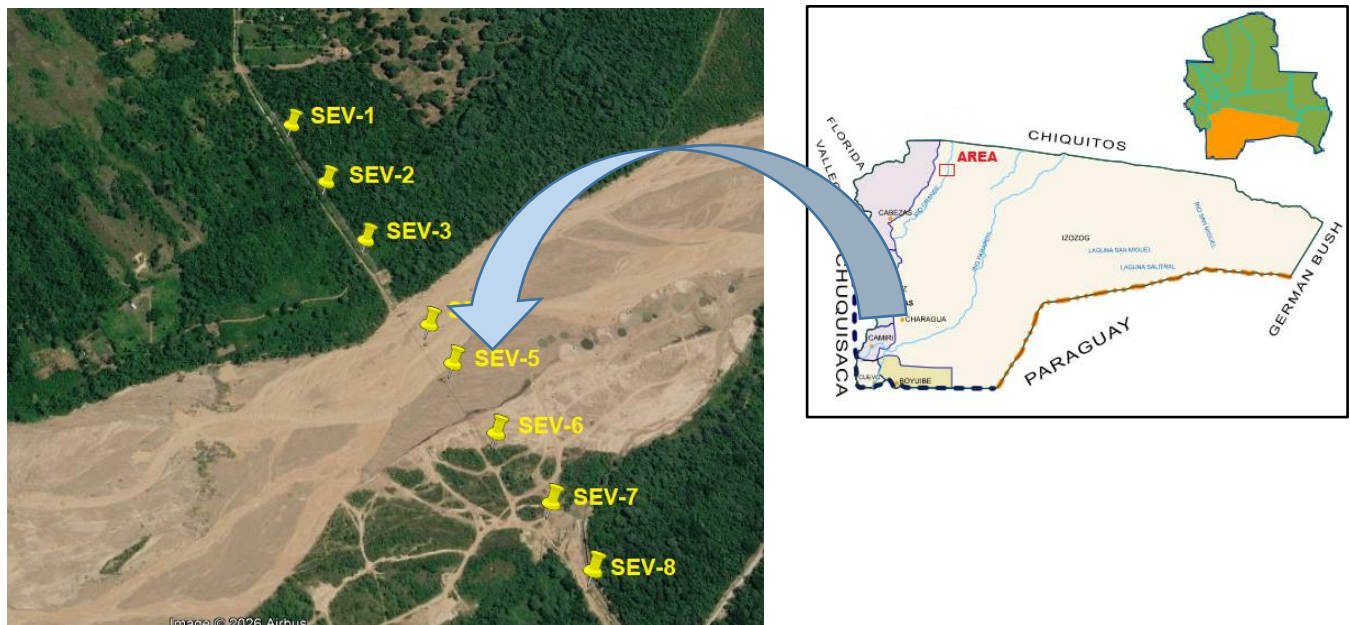
El presente estudio forma parte del proyecto denominado “CRUCE AEREO GSCY”, que tiene como finalidad la aplicación del método de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) para la identificación y caracterización de la litología del subsuelo. Este método constituye una herramienta fundamental en la prospección del subsuelo, ya que permite determinar la disposición estratigráfica del subsuelo y estimar las propiedades eléctricas de los materiales, directamente relacionadas con la presencia y calidad de los acuíferos.

El área de estudio se ubica en la terraza lateral y lecho del Río Piraí en un ambiente de topografía plana a semiondulada.

La ejecución del sondeo eléctrico vertical permitirá establecer de manera preliminar la profundidad, espesor y continuidad de los estratos, aportando criterios técnicos que orienten con mayor precisión la construcción de obras civiles dispuestas en estos sectores.

2. UBICACION

El área del Proyecto “CRUCE AEREO GSCY”, se encuentra ubicado sobre el Río Piraí en la ciudad de Santa Cruz



	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TÍTULO: INFORME ESTUDIO GEOFÍSICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 4 de 39

Figura 1. Ubicación del Área de Estudio Cruce Rio Grande

3. OBJETIVO

El presente estudio tiene como objetivo principal la identificación y caracterización litológica del subsuelo, para la construcción de obras civiles aprovechando los perfiles litológicos interpretados y considerado como una herramienta eficaz para determinar la variación vertical de la resistividad eléctrica del subsuelo.

Dentro los objetivos específicos se tienen:

- Determinar la potencia de los sedimentos cuaternarios
- Aspectos geológicos del área.
- Conocer con la mayor aproximación posible las propiedades geoeléctricas de los sedimentos del subsuelo, es decir, determinar la distribución horizontal y principalmente vertical de las resistividades verdaderas atravesadas en la formación.

3.1. ACTIVIDADES REALIZADAS

Las actividades realizadas durante la ejecución del trabajo fueron:

- Recopilación selectiva de la información disponible.
 - Estudio geofísico.
 - Interpretación de los datos obtenidos en el campo y gabinete.
 - Redacción y elaboración del informe final.
- **Recopilación de la Información**

Comprende la recopilación y procesamiento de la información, geológica, geofísica, geomorfológica, hidrológica e hidrogeológica, de las áreas en estudio.

- **Verificación en campo de las unidades geológicas**

Comprende la identificación de las principales unidades y estructuras geológicas del área de estudio.

- **Prospección Geofísica**

Corresponde a determinar las características litológicas del subsuelo y determinar un modelo resistivo de los puntos estudiados.

- **Informe Final**

	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 5 de 39

En base a los datos de la investigación geofísica, geológica e hidrogeológica se elaborará un informe final sobre las características litológicas del subsuelo en apoyo a la construcción de obras civiles.



Figura 2. Procedimiento de actividades realizadas

4. ASPECTOS FISIOGRAFICOS

Fisiográficamente, el área de estudio se encuentra dominada por depósitos sedimentarios de edad cuaternaria, los cuales corresponden principalmente a gravas, arenas, limos y arcillas acumuladas en ambientes fluviales y aluviales. Estos materiales, por su naturaleza, suelen presentar variaciones en la compactación, la permeabilidad y la estabilidad, factores que inciden directamente en el diseño y comportamiento de las obras proyectadas.

Asimismo, la topografía es plana a suavemente ondulada, sin embargo, es necesario contemplar aspectos como la posible presencia de niveles freáticos someros, zonas de baja capacidad portante y áreas sujetas a erosión o inundación estacional.

5. PROSPECCION GEOFISICA

5.1. METODO DE MEDICION GEOFISICA

	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TÍTULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 6 de 39

Para determinar desde la superficie las propiedades de los materiales del subsuelo, el método más adecuado es el sondeo eléctrico vertical SEV. Este método consiste en introducir corriente continua al terreno mediante dos electrodos A y B que se clavan en el suelo, formando un campo eléctrico artificial del cual se mide la diferencia de potencial entre otros dos electrodos M y N, para luego calcular la resistividad aparente.

Se entiende que, para una mayor separación de los electrodos, será también mayor la profundidad de investigación.

Según la teoría del método, para que un sondeo Geoeléctrico sea aplicable y se obtenga resultados representativos, debe cumplirse con los siguientes requisitos:

- Las capas de sedimentos deben ser horizontales o muy poco inclinadas.
- La extensión lateral de las capas debe ser grande en comparación a la separación de electrodos.
- Capas eléctricamente diferentes, con una composición homogénea e isotrópica tanto en dirección horizontal como vertical.

5.2. EJECUCION DE SONDEOS ELECTRICOS Y EQUIPOS DE MEDICION GEOFISICA

El alcance del trabajo planificado comprendió la ejecución de 8 SEV, se utilizó la configuración “Schlumberger”, con distancias variables entre los electrodos AB/2 de 150 m.

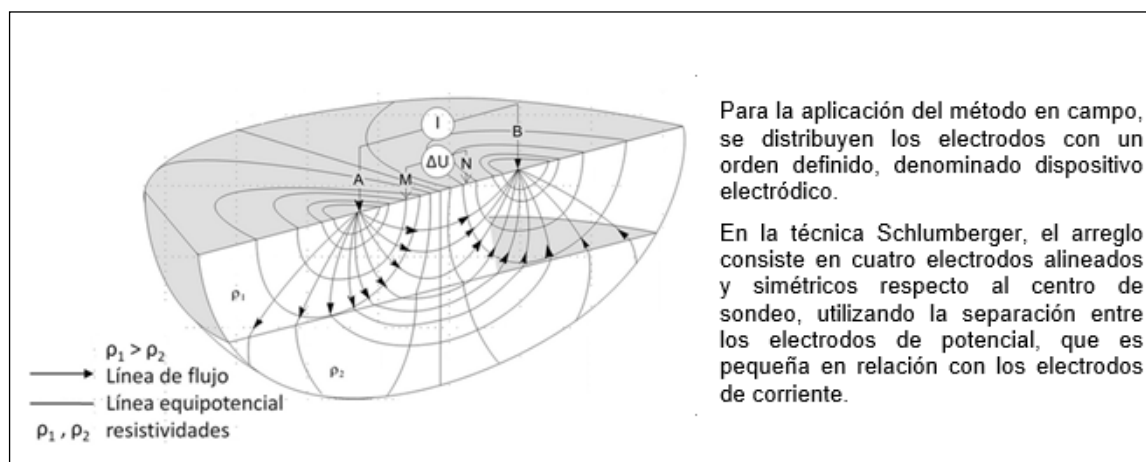


Figura 3. Configuración Schlumberger

Las mediciones principalmente fueron ubicadas en el área dispuesta para la construcción de la Planta, las coordenadas de los puntos de sondeo fueron determinadas con un equipo GPS navegador GARMIN (GPS, Global Position System) en el sistema WG-84. Los datos de ubicación se encuentran en la Tabla N° 1.

	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 7 de 39

El equipo geoelectrico utilizado para las mediciones es marca ABEM TERRAMETER SYSTEMS de industria sueca y consta de las siguientes partes:

- Un resistivímetro portátil digital de buena sensibilidad y precisión, con lectura directa del factor V/I en (ohmios). Esta unidad permite introducir corriente eléctrica (I) al subsuelo en golpes de 1, 4, 16 y 64 veces promedio, induciendo desde 0,2 mA hasta 1000 mA.
- El resistivímetro lleva en la base una batería recargable de 12 voltios en corriente continua. El mismo es recargado con un cargador que se conecta a 220 voltios en corriente alterna.
- Dos electrodos de corriente de acero inoxidable y cuatro electrodos de potencia de cobre puro.
- Contadores automáticos de cables.
- Los datos de medición fueron registrados a través de una computadora que almacena los datos, los graba y representa la curva de mediciones en la pantalla.



Figura 4. Equipo de medición

6. EVALUACION Y REPRESENTACION DE LOS RESULTADOS

6.1. METODO DE MEDICION

	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TÍTULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 8 de 39

Para realizar La evaluación de las curvas de sondeo se realizó en una computadora con el programa IPI2WIN (LITE) desarrollado en la Universidad Estatal de Moscú (Rusia), que por el método de iteración calcula que modelo de capas corresponde mejor a los valores de medición.

La adaptación de la curva en la computadora es realizada después de que el interpretador indique el número de capas y un modelo inicial estimado. Como resultado, se imprime un modelo de capas la curva de sondeo correspondiente y la secuencia de las resistividades aparentes de la curva de medición.

Los diagramas que allí se presentan, muestran los valores medidos de las resistividades aparentes (como cuadrados pequeños), en función de la media distancia $AB/2$ entre los electrodos A y B (en metros).

La curva dibujada representa las resistividades aparentes que resulta para el modelo calculado. Si la curva impresa está muy cerca de los cuadrados, eso significa que el modelo de capas evaluado corresponde bien a los valores de medición.

En el diagrama también está graficado, como línea punteada el modelo de capas calculado. Sin embargo, para su representación, los ejes horizontal y vertical del diagrama tienen un significado distinto que para la representación de la curva. Para el modelo de capas, el eje horizontal significa la profundidad bajo el punto de sondeo (en metros), el eje vertical la resistividad verdadera de las capas (en Ohmios metro).

El cálculo se basa en la suposición que se pueda considerar el subsuelo en la cercanía del punto de sondeo como capas aproximadamente horizontales. En muchos casos, esta suposición se cumple suficientemente bien en los sedimentos. Por otra parte, las inhomogeneidades en las capas superiores aparecen como alteraciones en las curvas.

La dificultad en la evaluación, generalmente no consiste en encontrar un modelo de capas que es consistente con los valores de medición, sino en el tratamiento correcto de tales influencias de alteración y en el hecho que en muchos casos hay varios modelos con capas similares, que todos corresponden bastante bien a los resultados de medición. Se reduce la variedad si se tienen bastantes sondeos que pueden ser comparados entre sí, o hay informaciones sobre resultados de perforaciones y otros. También se la puede reducir por mediciones muy exactas (eliminación de errores de medición).

6.2. REPRESENTACION DE VISTA DE CORTE

Los resultados de las mediciones de sondeo son resumidos en vista de corte, para lo cual se seleccionó una representación a colores de isoniveles de resistividad.

	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 9 de 39

En la presentación de cortes geoelectricos normalmente usada, se representan los valores de la resistividad con números y para separar unidades geológicas o regiones de resistividades similares, se indican líneas de correlación. Aquí entran interpretaciones subjetivas, y los valores de medición (resistividades) reales se hacen secundarios para uno que observa la vista en corte.

Por otra parte, la presentación de corte geoelectrico da una imagen de la distribución de resistividades del subsuelo, tal como se la midió y evaluó, en esta forma se ven claramente las diferencias litológicas detectadas durante la medición de los SEV.

En el presente estudio los puntos de sondeos están ubicados en la Figura N° 5 designados como TORRE-1, TORRE-2, TORRE-3...TORRE-8 donde 1, 2, 3 identifica al número de sondeo.

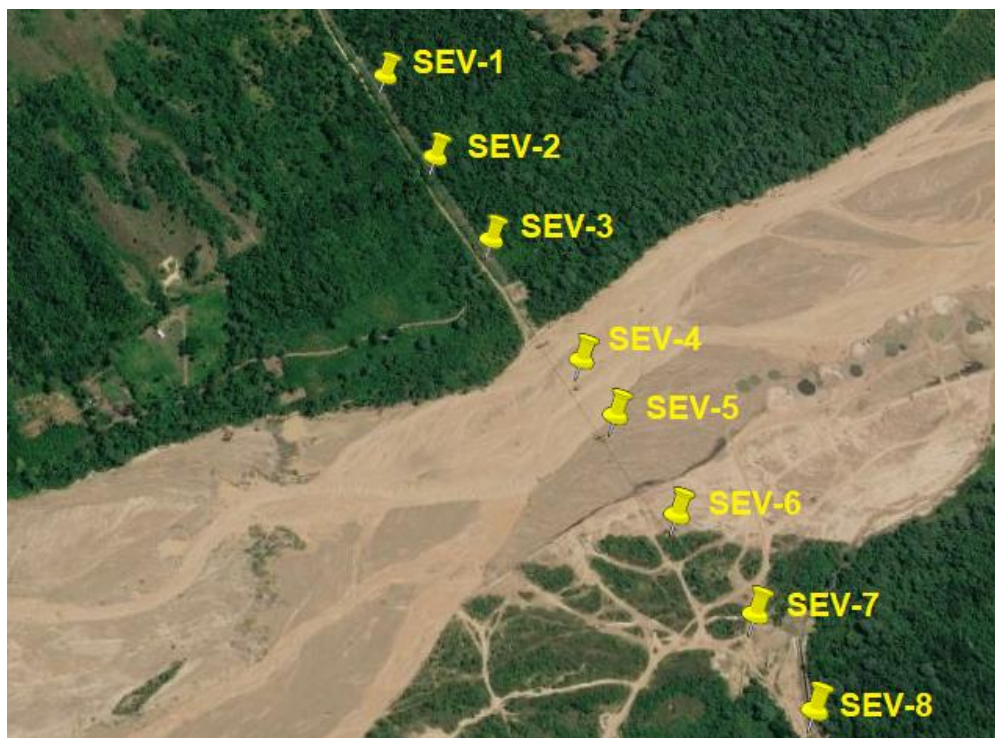


Figura 5. Ubicación de los sondeos eléctricos verticales

7. RESULTADOS

7.1. GENERALIDADES DE LA RESISTIVIDAD DE LA FORMACION

- Los rangos de resistividades de los sondeos realizados varían entre. 11 a más de 500 ohm m, identificando una predominancia de sedimentos arenosos de alta permeabilidad que intercalan con gravas dispersas, limos y bancos de arcillas.
- Se ha detectado que la sedimentación a lo largo del área de estudio no es homogénea, variando esta en tramos cortos producto de la interacción del rio Pirai.

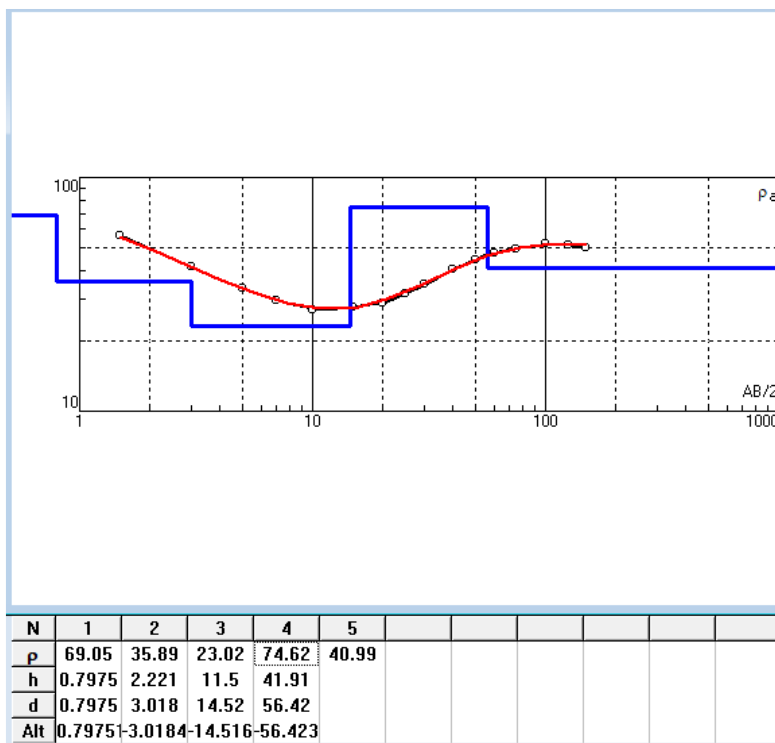
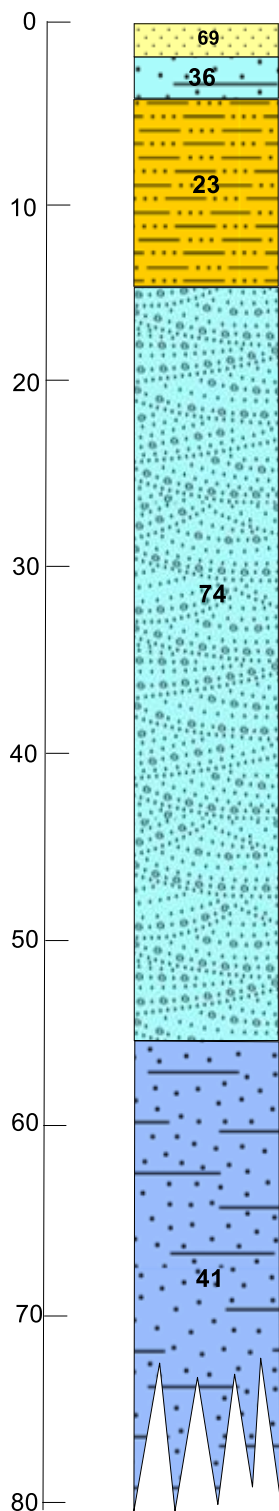
	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 10 de 39

7.2. CORTE GEOELECTRICO TORRE-1

Punto	TORRE – 1	Disposición de electrodos NW-SE	Fig. Nº: 6
Ubicación	Terraza Rio Pirai	Número de capas	Cinco (5)
Descripción			
Capa 1	Resistividad: 69 Ohm m Profundidad: de 0,0 a 1,0 m Sedimentos areno-limosos sueltos y secos		
Capa 2	Resistividad: 36 Ohm m Profundidad: de 1,0 a 3.0 m Sedimentos arenosos con intercalación de bancos de limos y gravas aisladas		
Capa 3	Resistividad: 23 Ohm m Profundidad: de 3,0 a 14,0 m Sedimentos limo-arcillosos con intercalación de bancos de arenas		
Capa 4	Resistividad: 74 Ohm m Profundidad: de 14,0 a 56,0 m Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos		
Capa 5	Resistividad: 41 Ohm m Profundidad: de 56,0 m hacia abajo Sedimentos areno-arcillosos con bancos de limos		

SONDEO ELECTRICO VERTICAL TORRE- 1

m.b.s.
Metros bajo
superficie



REFERENCIAS

-  Sedimentos areno-limosos sueltos
-  Sedimentos arenosos con bancos delgados de limos y gravas aisladas
-  Sedimentos limo-arcillosos con intercalación de bancos de arenas sueltas
-  Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos
-  Sedimentos areno-arcillosos con lentes de limos

75 Resistividad de la capa geoelectrica en ohm m

FIG. N° 6

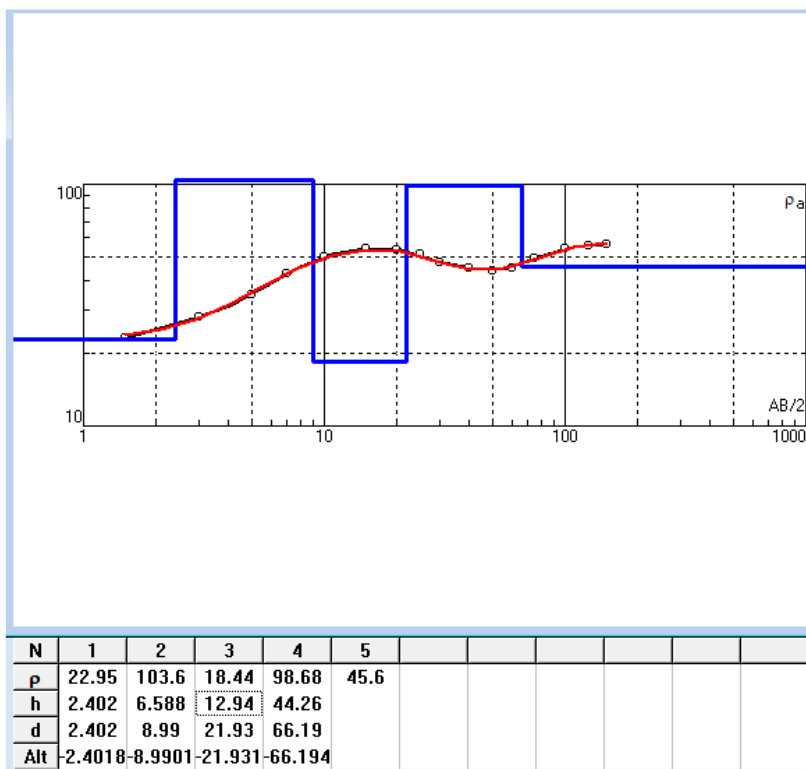
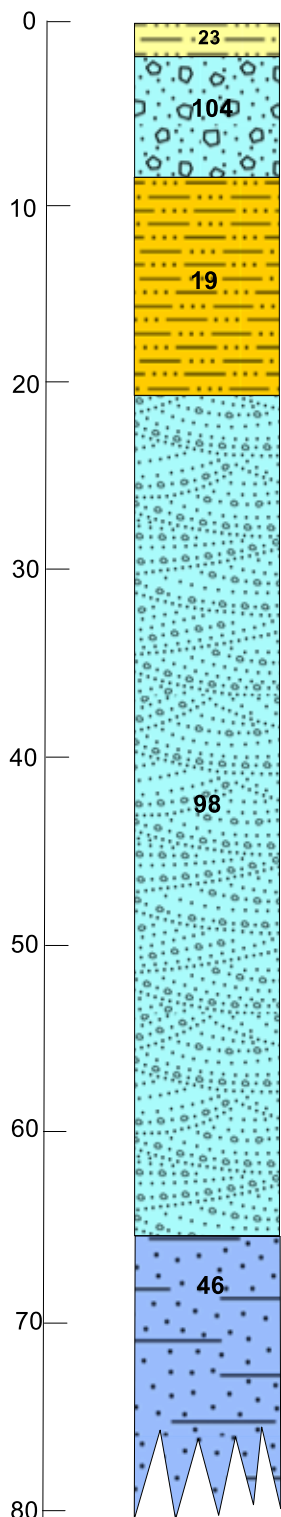
	PROYECTO: "INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY"	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 12 de 39

7.3. CORTE GEOELECTRICO TORRE-2

Punto	TORRE – 2	Disposición de electrodos NW-SE	Fig. Nº: 7
Ubicación	Terraza Rio Pirai	Número de capas	Cinco (5)
Descripción			
Capa 1	Resistividad: 23 Ohm m Profundidad: de 0,0 a 2,5 m Sedimentos limo arcillosos secos y sueltos		
Capa 2	Resistividad: 104 Ohm m Profundidad: de 2,5 a 9.0 m Sedimentos arenosos con intercalación de bancos de limos y gravas aisladas		
Capa 3	Resistividad: 20 Ohm m Profundidad: de 9,0 a 22,0 m Sedimentos limo-arcillosos con intercalación de bancos de arenas		
Capa 4	Resistividad: 98 Ohm m Profundidad: de 22,0 a 66,0 m Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos		
Capa 5	Resistividad: 46 Ohm m Profundidad: de 66,0 m hacia abajo Sedimentos areno-arcillosos con bancos de limos		

SONDEO ELECTRICO VERTICAL TORRE-2

m.b.s.
Metros bajo
superficie



REFERENCIAS

-  Sedimentos limo-arcillosos sueltos
-  Sedimentos arenosos con bancos delgados de limos y gravas aisladas
-  Sedimentos limo-arcillosos con intercalación de bancos de arenas sueltas
-  Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos
-  Sedimentos areno-arcillosos con lentes de limos

75 Resistividad de la capa geoelectrica en ohm m

FIG. N° 7

	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 14 de 39

7.4. CORTE GEOELECTRICO TORRE-3 (CERCA MUERTO)

Punto	TORRE – 3	Disposición de electrodos NW-SE	Fig. N°: 8
Ubicación	Terraza Rio Pirai	Número de capas	Cinco (5)
Descripción			
Capa 1	Resistividad: 291 Ohm m Profundidad: de 0,0 a 3,0 m Sedimentos arenosos secos y sueltos		
Capa 2	Resistividad: 84 Ohm m Profundidad: de 3,0 a 5,0 m Sedimentos arenosos con intercalación de bancos de limos y gravas aisladas		
Capa 3	Resistividad: 33 Ohm m Profundidad: de 5,0 a 12,0 m Sedimentos limo-arcillosos con intercalación de bancos de arenas		
Capa 4	Resistividad: 72 Ohm m Profundidad: de 12,0 a 60,0 m Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos		
Capa 5	Resistividad: 36 Ohm m Profundidad: de 60,0 m hacia abajo Sedimentos areno-arcillosos con bancos de limos		



PROYECTO:
**“INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL
CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”**

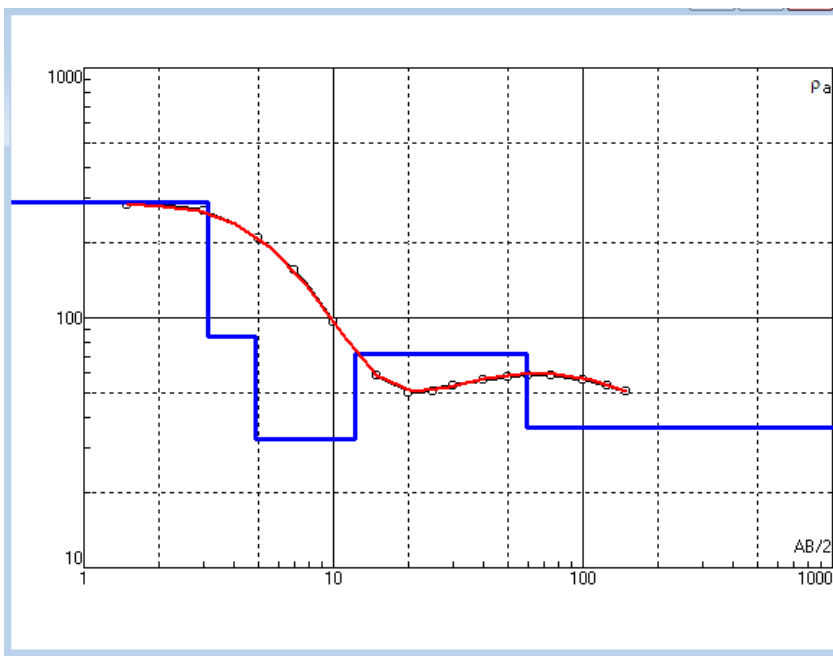
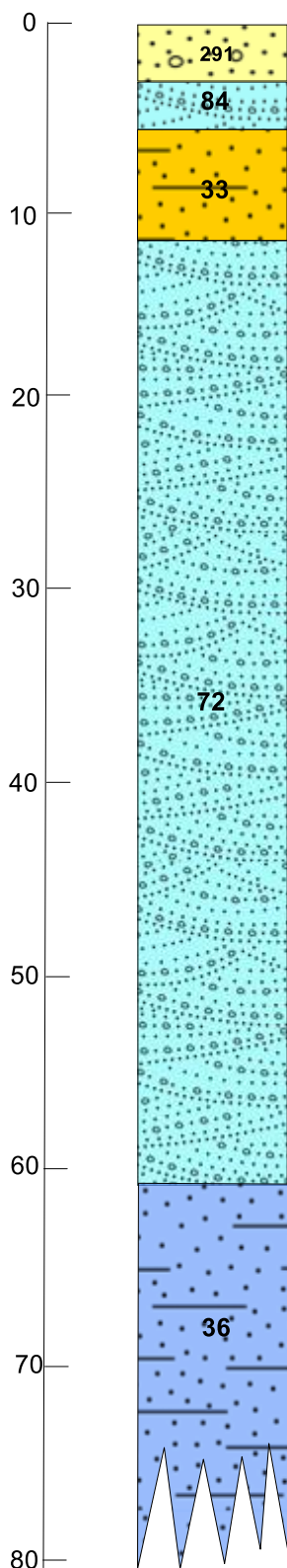
CÓDIGO DE DOCUMENTO:
EEA-2602-BCIV-MD-003

TITULO:
INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.

HOJA:
15 de 39

SONDEO ELECTRICO VERTICAL TORRE- 3

m.b.s.
Metros bajo
superficie



N	1	2	3	4	5						
p	291	84.11	32.69	71.7	36.37						
h	3.141	1.732	7.336	47.3							
d	3.141	4.874	12.21	59.51							
Alt	-3.1413	-4.8738	-12.21	-59.508							

REFERENCIAS

-  Sedimentos arenosos secos y sueltos
-  Sedimentos arenosos con bancos delgados de limos y gravas aisladas
-  Sedimentos limo-arcillosos con intercalación de bancos de arenas sueltas
-  Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos
-  Sedimentos areno-arcillosos con lentes de limos

75 Resistividad de la capa geoelectrica en ohm m

FIG. N° 8

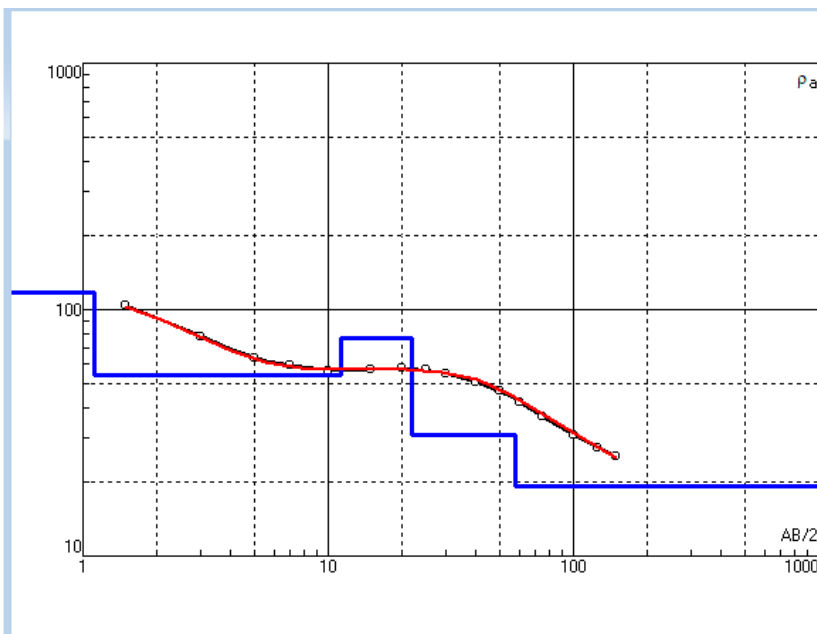
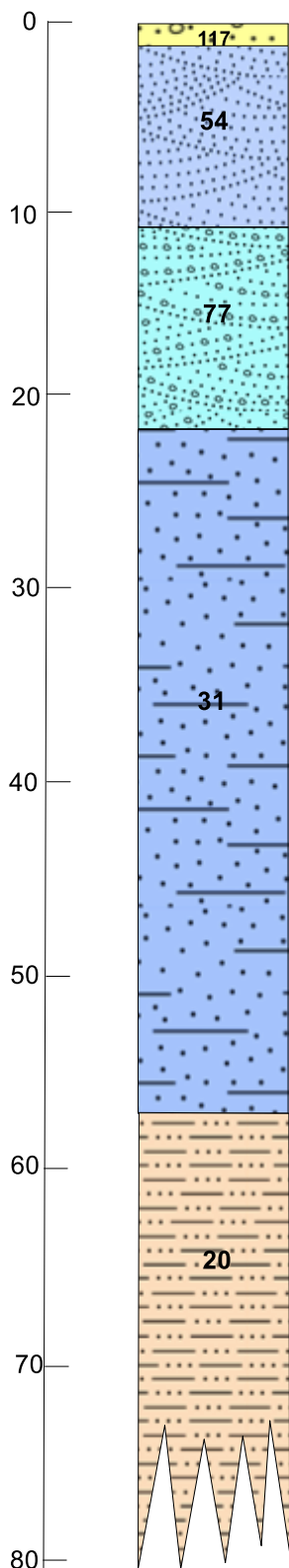
	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 17 de 39

7.5. CORTE GEOELECTRICO TORRE-4

Punto	TORRE – 4	Disposición de electrodos NW-SE	Fig. Nº: 9
Ubicación	Terraza Rio Pirai	Número de capas	Cinco (5)
Descripción			
Capa 1	Resistividad: 117 Ohm m Profundidad: de 0,0 a 1,0 m Sedimentos arenosos secos y sueltos		
Capa 2	Resistividad: 54 Ohm m Profundidad: de 1,0 a 11,0 m Sedimentos arenosos con intercalación de bancos de limos y gravas aisladas		
Capa 3	Resistividad: 77 Ohm m Profundidad: de 11,0 a 22,0 m Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos		
Capa 4	Resistividad: 31 Ohm m Profundidad: de 22,0 a 58,0 m Sedimentos limo arcillosos con intercalación de bancos de arenas		
Capa 5	Resistividad: 20 Ohm m Profundidad: de 58,0 m hacia abajo Sedimentos arcillo-arenosos con intercalación de bancos de limos		

SONDEO ELECTRICO VERTICAL TORRE - 4

m.b.s.
Metros bajo
superficie



N	1	2	3	4	5						
p	116.8	54.37	76.63	31	19.2						
h	1.112	10.16	10.66	36.01							
d	1.112	11.27	21.93	57.95							
Alt	1.1124	11.273	21.931	57.945							

REFERENCIAS

-  Sedimentos arenosos secos y sueltos
-  Sedimentos arenosos con bancos delgados de limos y gravas aisladas
-  Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos
-  Sedimentos limo-arcillosos con intercalación de bancos de arenas sueltas
-  Sedimentos arcillo-arenosos con lentes de limos

77 Resistividad de la capa geoelectrica en ohm m

FIG. N° 9

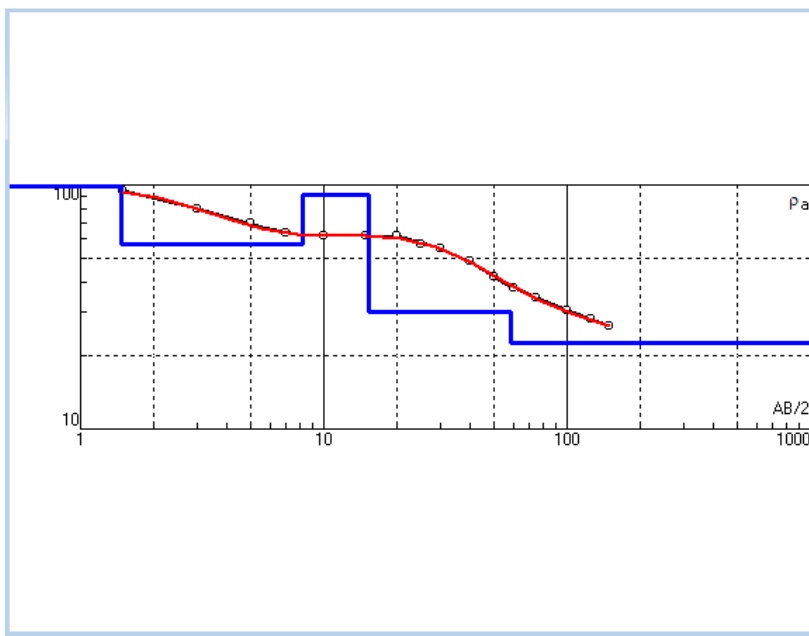
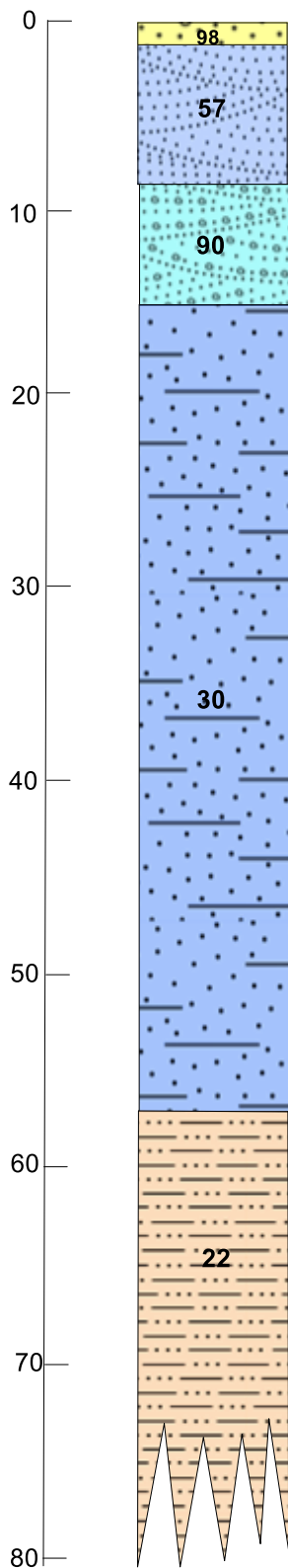
	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 19 de 39

7.6. CORTE GEOELECTRICO TORRE- 5

Punto	TORRE – 5	Disposición de electrodos NW-SE	Fig. Nº: 10
Ubicación	Terraza Rio Pirai	Número de capas	Cinco (5)
Descripción			
Capa 1	Resistividad: 98 Ohm m Profundidad: de 0,0 a 1,5 m Sedimentos arenosos secos y sueltos		
Capa 2	Resistividad: 58 Ohm m Profundidad: de 1,5 a 8.0 m Sedimentos arenosos con intercalación de bancos de limos y gravas aisladas		
Capa 3	Resistividad: 90 Ohm m Profundidad: de 8,0 a 15,0 m Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos		
Capa 4	Resistividad: 30 Ohm m Profundidad: de 15,0 a 58,0 m Sedimentos limo arcillosos con intercalación de bancos de arenas		
Capa 5	Resistividad: 22 Ohm m Profundidad: de 58,0 m hacia abajo Sedimentos arcillo-arenosos con intercalación de bancos de limos		

SONDEO ELECTRICO VERTICAL TORRE - 5

m.b.s.
Metros bajo
superficie



N	1	2	3	4	5						
p	98.14	56.9	90.65	30.18	22.52						
h	1.462	6.683	7.261	43.32							
d	1.462	8.145	15.41	58.72							
Alt	-1.462	-8.145	-15.406	-58.722							

REFERENCIAS

-  Sedimentos arenosos secos y sueltos
-  Sedimentos arenosos con bancos delgados de limos y gravas aisladas
-  Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos
-  Sedimentos limo-arcillosos con intercalación de bancos de arenas sueltas
-  Sedimentos arcillo-arenosos con lentes de limos

90 Resistividad de la capa geoelectrica en ohm m

FIG. N° 10

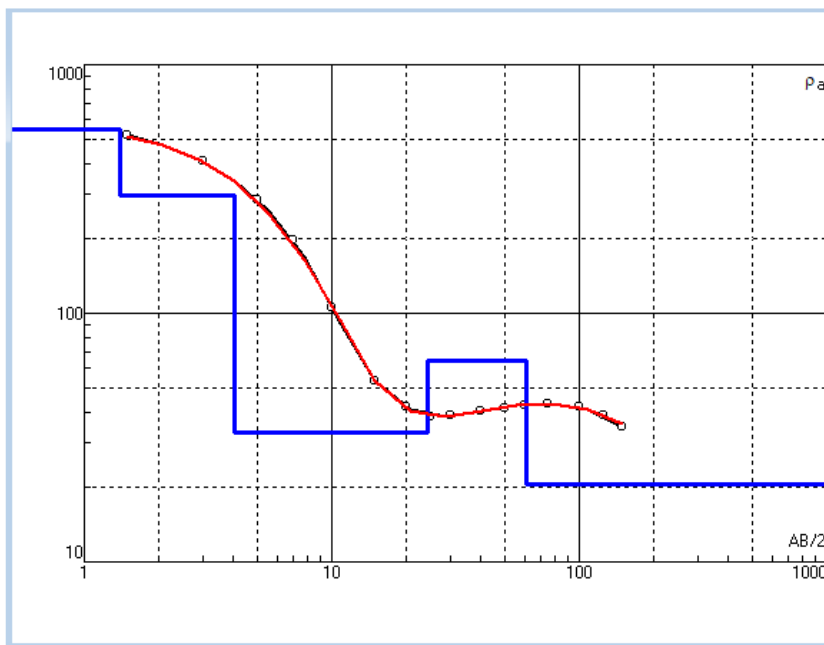
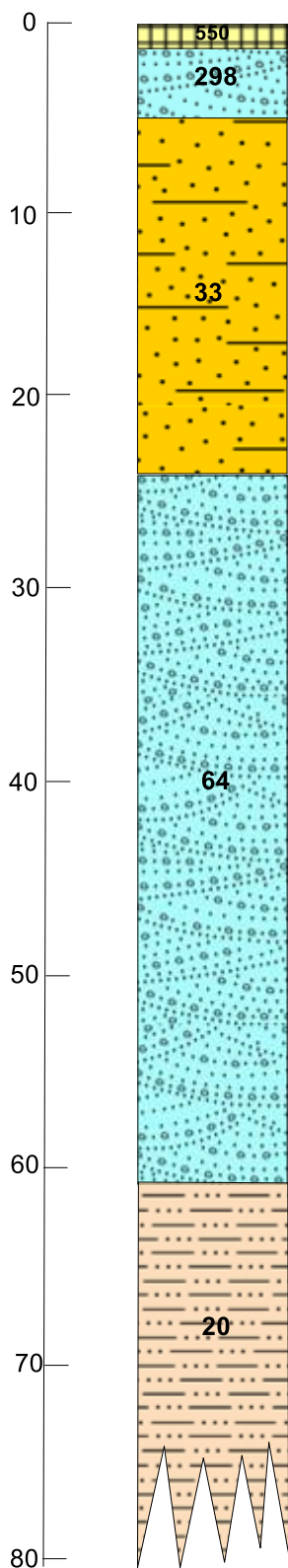
	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 21 de 39

7.7. CORTE GEOELECTRICO TORRE-6

Punto	TORRE – 6	Disposición de electrodos NW-SE	Fig. Nº: 11
Ubicación	Terraza Rio Pirai	Número de capas	Cinco (5)
Descripción			
Capa 1	Resistividad: 550 Ohm m Profundidad: de 0,0 a 1,5 m Sedimentos arenosos secos y sueltos		
Capa 2	Resistividad: 298 Ohm m Profundidad: de 1,5 a 4.0 m Sedimentos arenosos con intercalación de bancos de limos y gravas aisladas		
Capa 3	Resistividad: 33 Ohm m Profundidad: de 4,0 a 24,0 m Sedimentos limo arcillosos con intercalación de bancos de arenas		
Capa 4	Resistividad: 64 Ohm m Profundidad: de 24,0 a 61,0 m Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos		
Capa 5	Resistividad: 20 Ohm m Profundidad: de 61,0 m hacia abajo Sedimentos arcillo-arenosos con intercalación de bancos de limos		

SONDEO ELECTRICO VERTICAL TORRE - 6

m.b.s.
Metros bajo
superficie



N	1	2	3	4	5						
p	549.8	297.9	33.13	64.45	20.52						
h	1.401	2.658	20.34	36.72							
d	1.401	4.059	24.39	61.11							
Alt	-1.401	-4.059	-24.395	-61.114							

REFERENCIAS

-  Sedimentos arenosos secos y sueltos
-  Sedimentos arenosos con bancos delgados de limos y gravas aisladas
-  Sedimentos limo-arcillosos con intercalación de bancos de arenas sueltas
-  Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos
-  Sedimentos arcillo-arenosos con bancos de limos

64 Resistividad de la capa geoelectrica en ohm m

FIG. N° 11

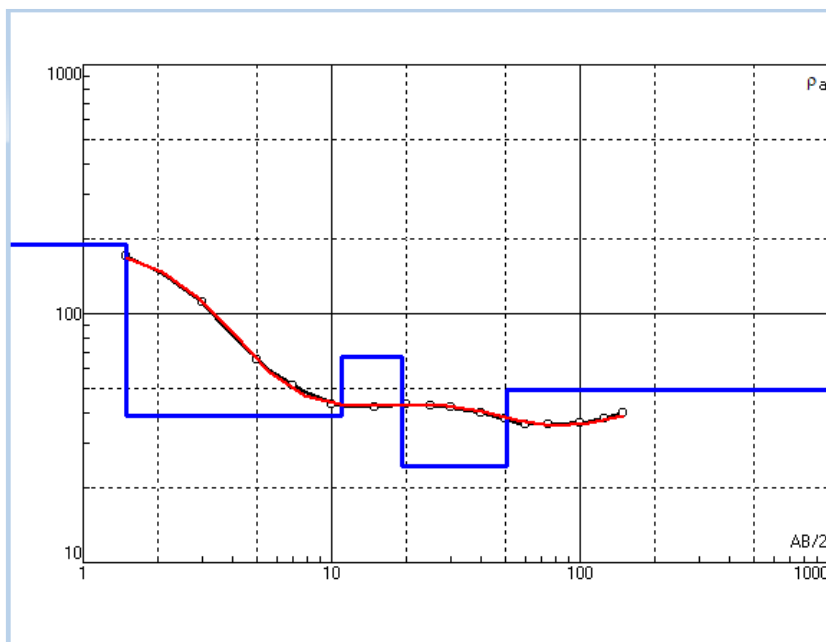
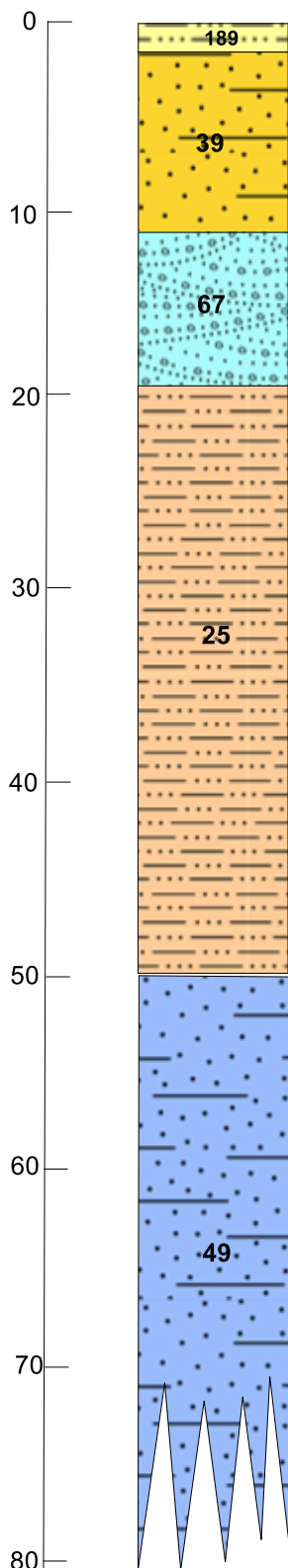
	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 23 de 39

7.8. CORTE GEOELECTRICO TORRE-7

Punto	TORRE – 7	Disposición de electrodos NW-SE	Fig. Nº: 12
Ubicación	Terraza Rio Pirai	Número de capas	Cinco (5)
Descripción			
Capa 1	Resistividad: 189 Ohm m Profundidad: de 0,0 a 1,5 m Sedimentos arenosos secos y sueltos		
Capa 2	Resistividad: 39 Ohm m Profundidad: de 1,5 a 11.0 m Sedimentos arenosos con intercalación de bancos de limos y gravas aisladas		
Capa 3	Resistividad: 67 Ohm m Profundidad: de 11,0 a 19,0 m Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos		
Capa 4	Resistividad: 25 Ohm m Profundidad: de 19,0 a 51,0 m Sedimentos limo arcillosos con intercalación de bancos de arenas		
Capa 5	Resistividad: 49 Ohm m Profundidad: de 51,0 m hacia abajo Sedimentos areno-arcillosos con intercalación de bancos de limos		

SONDEO ELECTRICO VERTICAL TORRE-7

m.b.s.
Metros bajo
superficie



N	1	2	3	4	5						
p	189	38.87	67.26	24.39	49.39						
h	1.491	9.511	8.196	31.53							
d	1.491	11	19.2	50.72							
Alt	-1.4908	-11.002	-19.198	-50.724							

REFERENCIAS

-  Sedimentos arenosos sueltos
-  Sedimentos arenosos con bancos delgados de limos y gravas aisladas
-  Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos
-  Sedimentos limo-arcillosos con intercalación de bancos de arenas sueltas
-  Sedimentos areno-arcillosos con lentes de limos

49 Resistividad de la capa geoelectrica en ohm m

FIG. N° 12

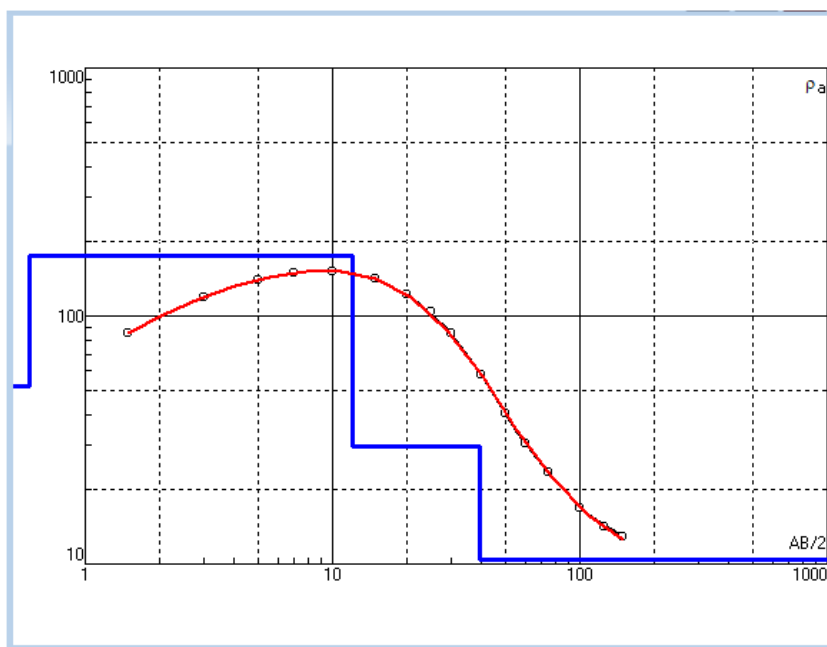
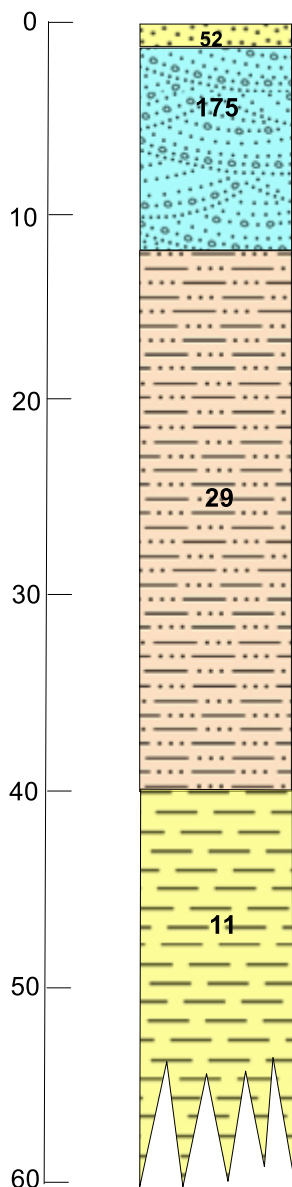
	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 25 de 39

7.9. CORTE GEOELECTRICO TORRE-8

Punto	TORRE – 8	Disposición de electrodos NW-SE	Fig. Nº: 13
Ubicación	Terraza Rio Pirai	Número de capas	Cuatro (4)
Descripción			
Capa 1	Resistividad: 52 Ohm m Profundidad: de 0,0 a 1,0 m Sedimentos arenosos secos y sueltos		
Capa 2	Resistividad: 175 Ohm m Profundidad: de 1,0 a 12,0 m Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos		
Capa 3	Resistividad: 29 Ohm m Profundidad: de 12,0 a 40,0 m Sedimentos limo arcillosos con intercalación de bancos de arenas		
Capa 4	Resistividad: 11 Ohm m Profundidad: de 40,0 m hacia abajo Sedimentos arcillosos con intercalación de bancos de arenas		

SONDEO ELECTRICO VERTICAL TORRE - 8

m.b.s.
Metros bajo
superficie



N	1	2	3	4						
p	52.26	175.5	29.78	10.41						
h	0.5942	11.45	27.34							
d	0.5942	12.05	39.39							
Alt	0.5942	12.048	39.39							

REFERENCIAS



Sedimentos arenosos secos y sueltos



Sedimentos arenosos con intercalación de lentes de gravas y limos



Sedimentos limo-arcillosos con intercalación de bancos de arenas sueltas



Sedimentos arcillosos con intercalación de bancos areno limosos

175 Resistividad de la capa geoelectrica en ohm m

FIG. N° 13

	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TÍTULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 27 de 39

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de la interpretación de los Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) ejecutados a lo largo del Derecho de Vía (DDV) del gasoducto, en el sector del cruce del río Pirai donde se proyecta la implantación de nuevas torres, se concluye lo siguiente:

8.1. CONCLUSIONES

1. Los modelos geoelectricos obtenidos evidencian un subsuelo heterogeneo, caracterizado por una sucesión de estratos con resistividades comprendidas entre 11 y más de 500 $\Omega \cdot m$, reflejando una marcada variabilidad lateral y vertical de los materiales sedimentarios presentes en el área de estudio.
2. La correlación de los valores de resistividad permite interpretar un predominio de depósitos aluviales conformados por una alternancia de arenas, limos, sedimentos areno-gravosos, bancos de arcillas y niveles limo-arcillosos, propios de un ambiente fluvial de alta dinámica sedimentaria asociado al río Pirai.
3. Los intervalos de baja resistividad (11–40 $\Omega \cdot m$) se asocian principalmente a materiales finos con mayor contenido de humedad, tales como arcillas, limos y bancos débiles de arenas, los cuales presentan menor permeabilidad y condiciones geotécnicas relativamente menos favorables para la transmisión de cargas.
4. Los valores de resistividad intermedia (40–150 $\Omega \cdot m$) corresponden principalmente a depósitos arenosos y areno-limosos con distintos grados de saturación y compactación, mientras que las altas resistividades (>150 hasta más de 500 $\Omega \cdot m$) se relacionan con depósitos areno-gravosos de mayor compacidad, niveles de grava limpia o sectores con menor contenido de humedad.
5. Los resultados geofísicos no evidencian la presencia de un basamento rocoso somero dentro del rango de investigación alcanzado por los SEV, indicando que el subsuelo está constituido predominantemente por depósitos cuaternarios de origen aluvial con espesores importantes.
6. La variabilidad litológica identificada mediante los SEV confirma que el sitio presenta cambios significativos en las propiedades físicas del subsuelo, condición que debe ser considerada durante el diseño de las cimentaciones de las nuevas torres, debido a la posible variación de la capacidad portante y de los asentamientos entre puntos de emplazamiento.
7. Los resultados obtenidos constituyen una base técnica confiable para la planificación de la etapa de diseño, permitiendo definir los sectores con mejores condiciones geotécnicas preliminares y optimizar la ubicación de investigaciones directas, tales como perforaciones geotécnicas,

 	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAÍ SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TÍTULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 28 de 39

ensayos SPT, CPT o muestreos especializados que permitan caracterizar con mayor precisión los parámetros de ingeniería requeridos para el diseño definitivo de las cimentaciones.

8. La variabilidad de deposición responde a los procesos de sedimentación propios del río Piraí, donde la energía del flujo ha generado depósitos discontinuos con cambios granulométricos frecuentes. En consecuencia, las propiedades geotécnicas del subsuelo, tales como la capacidad portante, la permeabilidad, pueden presentar diferencias significativas entre sitios de implantación cercanos.

8.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda verificar las descripciones de litología interpretadas con SEV (método indirecto) con sondeos geotécnicos.

8.3. COMENTARIO REFERENCIAL COEFICIENTES DE FRICCIÓN

Es posible realizar una estimación preliminar, pero es importante aclarar que la resistividad eléctrica no permite determinar directamente la capacidad portante ni el ángulo de fricción. La resistividad está influenciada por la litología, el contenido de humedad, la saturación y la composición del suelo. Por ello, la siguiente correlación debe considerarse referencial y debe validarse mediante ensayos geotécnicos (SPT, CPT, laboratorio, etc.).

Rango resistividad ($\Omega \cdot m$)	de Interpretación probable	geológica	Tensión admisible estimada (kPa)	Ángulo de fricción (ϕ) estimado
11 – 25	Arcillas blandas, saturados	limos	75 – 150	18° – 24°
25 – 50	Limos, arcillas firmes, limosas	arenas	150 – 250	24° – 30°
50 – 100	Arenas finas a medias		200 – 300	30° – 34°
100 – 200	Arenas medias a gruesas, arenas con grava		300 – 450	34° – 38°

Consideraciones para el Río Piraí

En depósitos aluviales como los del río Piraí, donde existe una alternancia de arenas, gravas, limos y bancos de arcilla en distancias cortas:

	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 29 de 39

- Los sectores con resistividades menores a $40 \Omega \cdot m$ suelen asociarse con materiales finos y saturados, de menor capacidad portante y mayor compresibilidad.
- Los valores entre 50 y $150 \Omega \cdot m$ generalmente corresponden a arenas con diferentes grados de compactación, que presentan condiciones favorables para cimentaciones superficiales.
- Las resistividades superiores a $150\text{--}200 \Omega \cdot m$ suelen indicar depósitos areno-gravosos densos o gravas, que normalmente ofrecen las mejores condiciones geotécnicas para la implantación de fundaciones, siempre que se confirme su continuidad mediante investigaciones directas.

Estas correlaciones son apropiadas para una evaluación preliminar del potencial geotécnico del subsuelo. Sin embargo, para el diseño de las cimentaciones de las nuevas torres, los parámetros definitivos de tensión admisible y ángulo de fricción deben obtenerse mediante ensayos de campo y laboratorio, conforme a normas como ASCE 113, AASHTO, ASTM o el código de diseño adoptado para el proyecto.

9. BIBLIOGRAFIA

- **Astier J. L. (1981):** “Geofísica aplicada a la Hidrogeología”, editorial paraninfo S.A., Madrid, España.
- **Cantos, F., J. (1968):** “Tratado de geofísica Aplicada” Editorial Paraninfo S.A., Madrid, España.
- **Fieltiz, Insinger, Soruco W. (1994) :** “Estudio geoeléctrico para la exploración de aguas subterráneas. informe N° 24 del Convenio Alemán-Boliviano de Aguas Subterráneas.
- **Telford, L.P. (1994):** “Applied geophysics”, Cambridge University Press. Cambridge England.
- **YPFB:** “Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos”.

	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 30 de 39

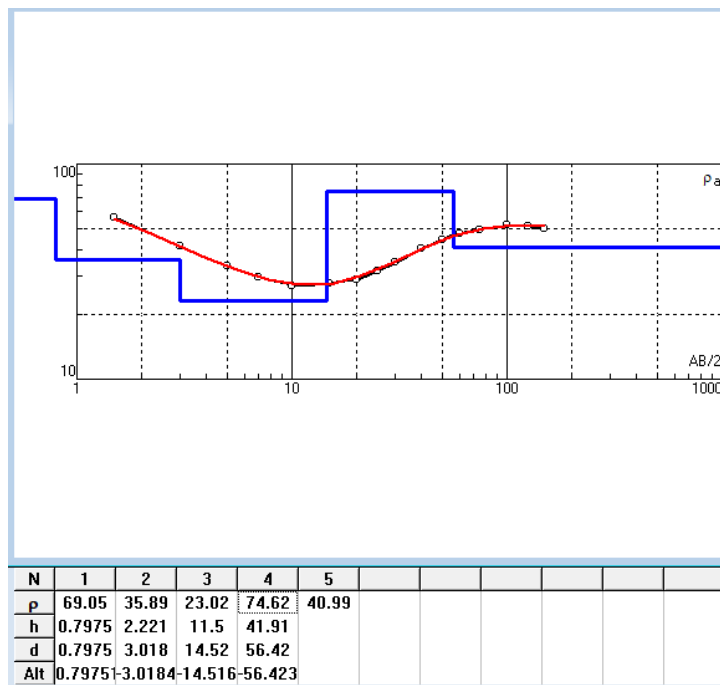
10. ANEXOS

10.1. ANEXO-1: COORDENADAS DE SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES WG-84

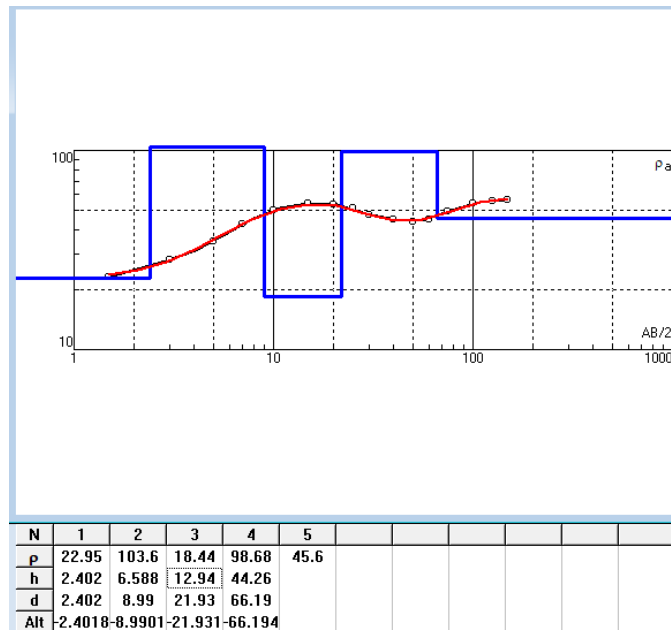
Nº DE SONDEO	COORDENADAS U T M	
	ESTE	NORTE
TORRE-1	472838	8031242
TORRE-2	472909	8031103
TORRE-3	472985	8030968
TORRE-4	473101	8030784
TORRE-5	473141	8030703
TORRE-6	473211	8030564
TORRE-7	473298	8030433
TORRE-8	473356	8030312

10.2. ANEXO-2: CURVAS DE SONDEOS ELECTRICOS Y SU EVALUACION

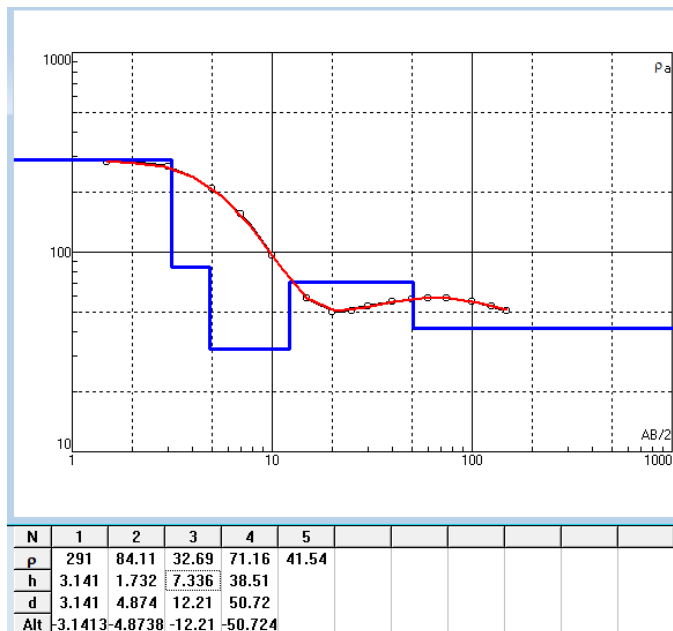
SEV TORRE-1



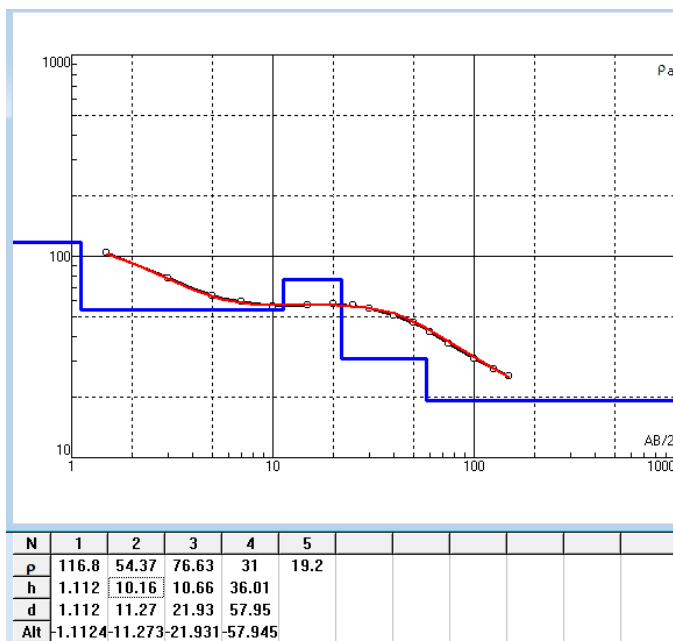
SEV TORRE-2



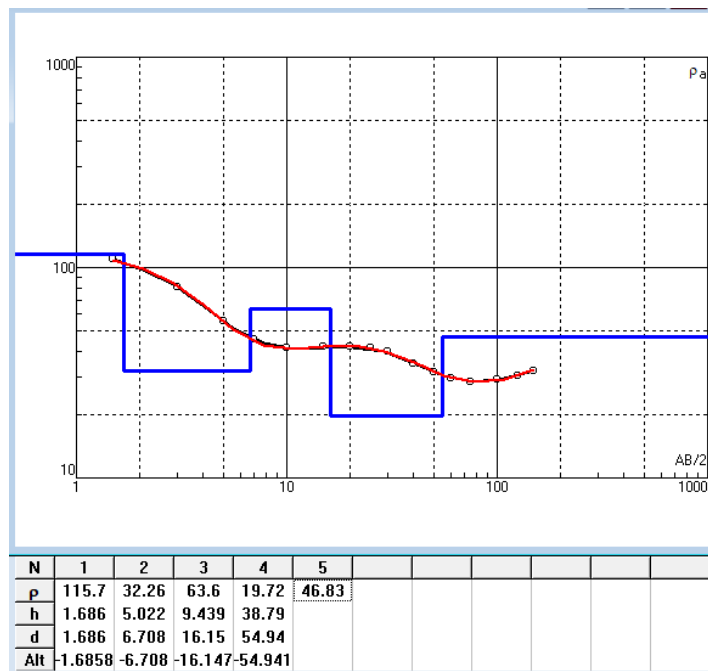
SEV TORRE-3



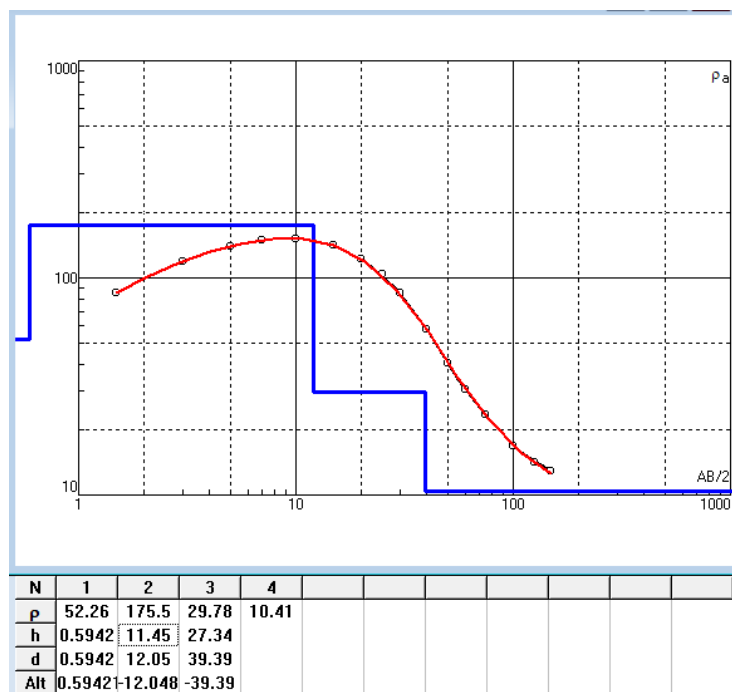
SEV TORRE-4



SEV TORRE-7



SEV TORRE-8



	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 35 de 39

10.3. ANEXO-3: REGISTRO FOTOGRAFICO



	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 36 de 39



Figura 14. Trabajo de campo sondeos TORRE-1 y TORRE-2



	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 37 de 39



Figura 15. Trabajo de campo sondeos TORRE-3 y TORRE-4 (CERCA MUERTO)



	PROYECTO: "INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAI SISTEMA GSCY"	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TITULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 38 de 39



Figura 16. Trabajo de campo sondeos TORRE-5 y TORRE-6

	PROYECTO: “INGENIERÍA, PARA PROTECCIÓN DE TORRES EN EL CRUCE DEL RÍO PIRAÍ SISTEMA GSCY”	CÓDIGO DE DOCUMENTO: EEA-2602-BCIV-MD-003
	TÍTULO: INFORME ESTUDIO GEOFISICO APLICANDO S.E.V.	HOJA: 39 de 39



Figura 17. Trabajo de campo sondeos TORRE-7 y TORRE-8