



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE AGRONOMÍA
CARRERA DE GEOLOGÍA Y MINAS

ESTUDIOS GEOLÓGICOS PARA DETERMINAR LAS CAUSAS
DE LOS DESLIZAMIENTOS JUNTO A LA TUBERÍA DE
CONDUCCIÓN EN EL “PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN
BARTOLO”

TRABAJO DE TITULACIÓN

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE INGENIERO EN GEOLOGÍA Y MINAS

AUTOR
PALACIOS JURADO JONATAN JOEL

MACAS- ECUADOR

2016

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE: el trabajo de investigación titulado ESTUDIOS GEOLÓGICOS PARA DETERMINAR LAS CAUSAS DE LOS DESLIZAMIENTOS JUNTO A LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN EN EL “PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLO”, De responsabilidad del Sr. Egresado Jonatan Joel Palacios Jurado, ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

En la ciudad de Macas, a los 08 días del mes de enero de 2016.

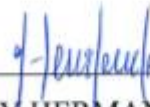
Para constancia de lo actuado firman:

TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN



ING. EDGAR RAMIRO PINO.

DIRECTOR



ING. HENRY HERMAN REMACHE.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Jonatan Joel Palacios Jurado, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados. Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Macas, 08 de enero de 2016.



.....
Jonatan Joel Palacios Jurado

CC. 1400519391

DEDICATORIA

A mi Dios por darme salud, ser mi guía, iluminar mi mente y poner en mi vida a aquellas personas que me han ayudado en este trayecto de formación.

A mi familia por ser mi fortaleza. Mis padres por darme la vida y formarme en el buen camino, me demostraron que con constancia y perseverancia todo se logra, por el amor que me han brindado siempre. La motivación brindada cada instante, sobre todo por creer en mí y que podía alcanzar mis metas.

Mis hermanas y mis sobrinos por acompañarme y quererme mucho.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme fortaleza de terminar mis proyectos académicos y continuar con los personales.

A toda mi familia por ser el pilar fundamental en mis logros.

A mi mamita Ayda Jurado por ser la mejor madre del mundo y siempre estar al pendiente de mí, darme comprensión, su amor y ser el mejor regalo que Dios pudo haberme dado.

A mi papito Joel Palacios que siempre me ha llenado de positivismo y fuerzas para salir adelante con sus consejos muy sabios y útiles, él es mi gran ejemplo.

A mi enamorada Lisset Uyaguari, por ser parte de mi vida y apoyarme y amarme mucho, te amo mi princesita.

A mi primo, mi amigo del alma, mi hermano Luis Bermeo por estar cuando uno se lo necesita.

A mis amigos, compañeros y personas que estuvieron presentes durante este tiempo, siguiendo las diversas aventuras que me han traído hasta aquí.

Al Ing. Edgar Pino, mi Director, quien amablemente me apoyó de una forma incondicional con sus conocimientos y experiencias para la realización del presente trabajo de titulación.

Al Ing. Henry Remache, Miembro del tribunal, que compartió conmigo su sapiencia para mi formación.

Al Ing. Marco Mejía, por ser un gran profesional y amigo que siempre me ha apoyado.

Al Ing. Fernando Fierro, por compartir con nosotros su conocimiento por medio de prácticas en campo.

Al Ing. Iván Pino, por ser parte primordial en mi formación.

A la Lic. Miriam López quien me ha ayudado moralmente para la culminación de mi carrera.

A la universidad y a los docentes por enseñarme a valorar los estudios, ser un apoyo constante al impartir sus enseñanzas.

ABREVIATURAS Y SIGLAS

ζ_a:	Resistividad aparente.
ζ_v:	Resistividad verdadera.
BH:	Sondeo geotécnico.
CEC:	Código ecuatoriano de la construcción.
Cm:	Centímetro.
D1:	Deslizamiento el cementerio.
D2:	Deslizamiento río copo.
Da1:	Deslizamiento el Copal.
Eo:	Módulo de elasticidad.
FS:	Factor de seguridad mínimo.
GPS:	Sistema de posicionamiento global.
HSB:	Hidro San Bartolo.
INAMHI:	Instituto nacional de meteorología e hidrología.
IRS:	Resistencia de la roca intacta.
K:	Permeabilidad.
Km:	Kilómetro.
KN:	Formación Napo.
M:	Metros.
Mm:	Milímetro
Mpa:	Megapascal.
Msnm:	Metros sobre el nivel del mar.
Mw:	Megavatio.
N:	Capa geofísica.
NE:	Noreste.
Qal:	Depósitos aluviales.
Qc Co:	Coluviales Copal.
Qc:	Depósitos coluviales.
QSR:	Suelos residuales.
S.A:	Sociedad anónima.
Seg:	Segundos.
SEV:	Sondeo eléctrico vertical.

SO: Suroeste.
SR: Sísmica de refracción.

CONTENIDO

	PÁG.
LISTA DE CUADROS.....	ii
LISTA DE GRÁFICOS.....	iii
LISTA DE FOTOGRAFÍAS.....	iv
LISTA DE ANEXOS.....	v
I. MARCO DE REFERENCIA.....	1
A. INTRODUCCION.....	1
B. JUSTIFICACIÓN.....	2
1. Objetivo General.....	2
2. Objetivos Específicos.....	2
C. HIPÓTESIS.....	2
D. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.....	2
1. UBICACIÓN.....	2
2. ACCESO.....	5
3. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS.....	5
4. USO DEL SUELO.....	6
II. MARCO TEÓRICO.....	8
A. Deslizamiento.....	8
1. Soliflucción.....	8
B. Prospección geofísica.....	8
1. Sondeo eléctrico vertical.....	8
2. Tomografía geoeléctrica.....	9
C. Sondeo geotécnico.....	9
1. Sondeo a rotación.....	10
D. Estabilidad de taludes.....	10
E. Factor de seguridad.....	11
III. MARCO GEOLÓGICO.....	12
A. Geología regional.....	12
1. Formación Napo (KN).....	12
2. Metamórficos indiferenciados (MI).....	12
3. Suelos residuales (QSR).....	12
4. Depósitos coluviales (Qc).....	13
5. Depósitos aluviales (Qal).....	13
B. Geología local.....	13
1. Metamórficos indiferenciados.....	13

IV.	REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	17
A.	Geodinámica externa que afecta la zona del proyecto.....	17
1.	Movimientos de terreno.....	17
2.	Zonas inestables.....	18
B.	Descripción de los sitios de las obras proyectadas.....	20
1.	Captación margen norte (derecha) del río negro	20
2.	Captación margen sur (izquierda) del río negro	21
3.	Salida túnel de carga.....	22
C.	ABSCISADO.....	24
1.	Abscisa 0+000 – 1+550.....	24
2.	Abscisa 1+550 – 1+650.....	25
3.	Abscisa 1+650 – 3+730.....	26
4.	Abscisa 3+730 – 4+650.....	27
5.	Abscisa 4+650 – 5+200.....	29
6.	Abscisa 5+200 – 5+450.....	29
7.	Abscisa 5+450 – 5+650.....	30
8.	Abscisa 5+650 – 5+700.....	30
9.	Abscisa 5+700 – 5+950.....	31
10.	Abscisa 5+950 – 6+500.....	32
11.	Abscisa 6+500 – 6+590.....	32
D.	Sismicidad.....	34
V.	TRABAJO DE CAMPO.....	35
A.	Geofísica.....	35
1.	Tomografía geoelectrica.....	35
2.	Sondeos eléctricos verticales.....	35
B.	Sondeos geotécnicos.....	68
1.	Ubicación de los sondeos en el km 4+600 (río copito)	73
VI.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	75
A.	Correlación de sondeos abscisa 4+600 “Río Copito”	75
1.	Talud 0+100.....	75
2.	Talud 0+200.....	76
3.	Talud 0+300.....	76
B.	Posibles acciones a seguir	76
VII.	CONCLUSIONES	80
VIII.	RECOMENDACIONES	81
IX.	RESUMEN	82
X.	ABSTRACT.....	83

XI.	BIBLIOGRAFÍA	84
XII.	ANEXOS	86

LISTA DE CUADROS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
	Cuadro 1: Valores promedio de precipitación en las estaciones Macas y Méndez.....	5
	Cuadro 2: Valores resistividad típica.....	9
	Cuadro 3: Información de los sondeos eléctricos verticales (Abscisa 2+400).....	39
	Cuadro 4: CORRESPONDENCIA GEOLÓGICA (Abscisa 2+400).....	40
	Cuadro 5: Información de los sondeos eléctricos verticales (Abscisa 3+600).....	46
	Cuadro 6: CORRESPONDENCIA GEOLÓGICA (Abscisa 3+600).....	47
	Cuadro 7: Información de los sondeos eléctricos verticales (Abscisa 4+600).....	53
	Cuadro 8: CORRESPONDENCIA GEOLÓGICA (Abscisa 4+600).....	54
	Cuadro 9: Información de los sondeos eléctricos verticales (Abscisa 5+200).....	61
	Cuadro 10: CORRESPONDENCIA GEOLÓGICA (Abscisa 5+200).....	62
	Cuadro 11: Coordenadas de los sondeos.....	68
	Cuadro 12: Características geomecánicas talud 0+100 (4+470).....	75
	Cuadro 13: Características geomecánicas talud 0+200 (4+570).....	75
	Cuadro 14: Características geomecánicas talud 0+300 (4+670).....	75

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	DESCRIPCIÓN	PÁG.
	Gráfico 1: Ubicación general del proyecto.....	4
	Gráfico 2: Mapa sísmico del Ecuador.....	34
	Gráfico 3: Sectores de investigación de los cuatro de los SEVs.....	38
	Gráfico 4: Sondeos eléctricos verticales, abscisa 2+400 Sector 1 (Corte I-II).....	44
	Gráfico 5: Sondeos eléctricos verticales, abscisa 2+400 Sector 1 (Corte III-IV).....	45
	Gráfico 6: Sondeos eléctricos verticales, abscisa 3+600 Sector 2 (Corte I-II).....	51
	Gráfico 7: Sondeos eléctricos verticales, abscisa 3+600 Sector 2 (Corte III-IV).....	52
	Gráfico 8: Sondeos eléctricos verticales, abscisa 4+600 Sector 3 (Corte I-II).....	59
	Gráfico 9: Sondeos eléctricos verticales, abscisa 4+600 Sector 3 (Corte III-IV).....	60
	Gráfico 10: Sondeos eléctricos verticales, abscisa 5+200 Sector 4 (Corte I-II).....	66
	Gráfico 11: Sondeos eléctricos verticales, abscisa 5+200 Sector 4 (Corte III-IV).....	67
	Gráfico 12: Sondeos geotécnicos, abscisa 4+600 (Perfiles estratigráficos).....	69
	Gráfico 13: Sondeo geotécnico (BH-3) Simulaciones Factor de Seguridad.....	70
	Gráfico 14: Sondeo geotécnico (BH-4) Simulaciones Factor de Seguridad.....	71
	Gráfico 15: Sondeo geotécnico (BH-5) Simulaciones Factor de Seguridad.....	72

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Nº	DESCRIPCIÓN	PÁG.
	Fotografía 1: Depósito aluvial “colgado” margen derecha de la captación.....	21
	Fotografía 2: Cuarzita fracturada con relleno arenoso y de esquisto grafitico.....	22
	Fotografía 3: Coluvial en superficie, con clastos centimétrico a decimétrico.....	24
	Fotografía 4: Coluvial en superficie.....	25
	Fotografía 5: Esquisto grafitico.....	25
	Fotografía 6, 7: Esquisto grafitico, deformado, con mineralizaciones de cuarzo.....	27
	Fotografía 8: Lomas aborregadas del coluvial	28
	Fotografía 9: Esquisto sericítico, alterado, plegado y deformado.....	28
	Fotografía 10, 11: Coluvial, bloques angulosos, sector de la chimenea de equilibrio...	31
	Fotografía 12, 13: Coluvial, esquisto grafitico en talud de corte.....	33
	Fotografía 14: Coluvial, corte de vía de acceso a casa de máquinas.....	33
	Fotografía 15: Instalación del resistivímetro para realizar el primer SEV.....	36

LISTA DE ANEXOS

Nº	DESCRIPCIÓN
1	ANEXO A: Registro de los sondeos geotécnicos.
2	ANEXO B: Registro de campo de los sondeos eléctricos verticales.
3	ANEXO C: Control de dinamismo sobre la tubería de conducción.
4	ANEXO D: Mapa geológico del proyecto Hidroeléctrico San Bartolo.

TEMA

ESTUDIOS GEOLÓGICOS PARA DETERMINAR LAS CAUSAS DE LOS DESLIZAMIENTOS JUNTO A LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN EN EL “PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLO”

I. MARCO DE REFERENCIA.

A. INTRODUCCION

El proyecto hidroeléctrico “San Bartolo” Etapa 1 (Aguas Abajo), mediante la captación del agua del río Negro, permitirá la generación de energía eléctrica entre 25 y 50MW. El río Negro, se ubica en la vertiente oriental de las estribaciones bajas de la cordillera Real.

El río Negro forma parte del drenaje superior del sistema fluvial Paute – Namangoza, afluentes del río Santiago que luego descarga sus aguas en el río Marañón – Amazonas. El río Negro tiene su nacimiento en una cota superior a 3400 msnm.

El proyecto estudiado para ENERMAX S.A identificó la posibilidad de desarrollo de un proyecto hidroeléctrico en la margen Sur del río Negro, y comprende la realización de las siguientes obras principales:

Captación, Conducción, Tubería de carga, Tubería de presión, Casa de máquinas, Generación, Distribución de energía, y Caminos de acceso.

Para lo cual se contrata la realización del estudio de Geología, Geofísica y Geotecnia para el proyecto San Bartolo, en los siguientes componentes del proyecto: captación, conducción, tubería de carga y casa de máquinas, mediante estudios de:

- Geofísica (Sondeos Eléctricos Verticales – SEV y Tomografía Geoeléctrica);
- Geología de Superficie, y;
- Geotecnia mediante sondeos, muestreo y ensayos de laboratorio.

B. JUSTIFICACIÓN

1. Objetivo General.

Determinar las causas de los deslizamientos a partir de estudios Geofísicos y Geotécnicos y encontrar posibles soluciones.

2. Objetivos Específicos.

- a. Determinar por métodos geoelectricos las resistividades de los diferentes estratos en el subsuelo.
- b. Realizar estudios geotécnicos.
- c. Determinar las características geológicas y geotécnicas de los sitios de conflicto.
- d. Realizar un análisis de estabilidad de los taludes en las áreas de influencia.
- e. Planteamiento y análisis de posibles soluciones.

C. HIPÓTESIS

Una vez determinadas las causas y el origen del problema se podrán tomar las medidas adecuadas para el planteamiento de las posibles soluciones, de esta manera se garantizará la ejecución del proyecto sin más contratiempos y con la certeza de que el problema se solucione.

D. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. UBICACIÓN

El Proyecto Hidroeléctrico San Bartolo se construye en la región Suroriental del Ecuador, sobre la cuenca baja del río Negro, que se encuentra en la vertiente oriental de las estribaciones bajas de la cordillera Real y forma parte de la cuenca del río Santiago.

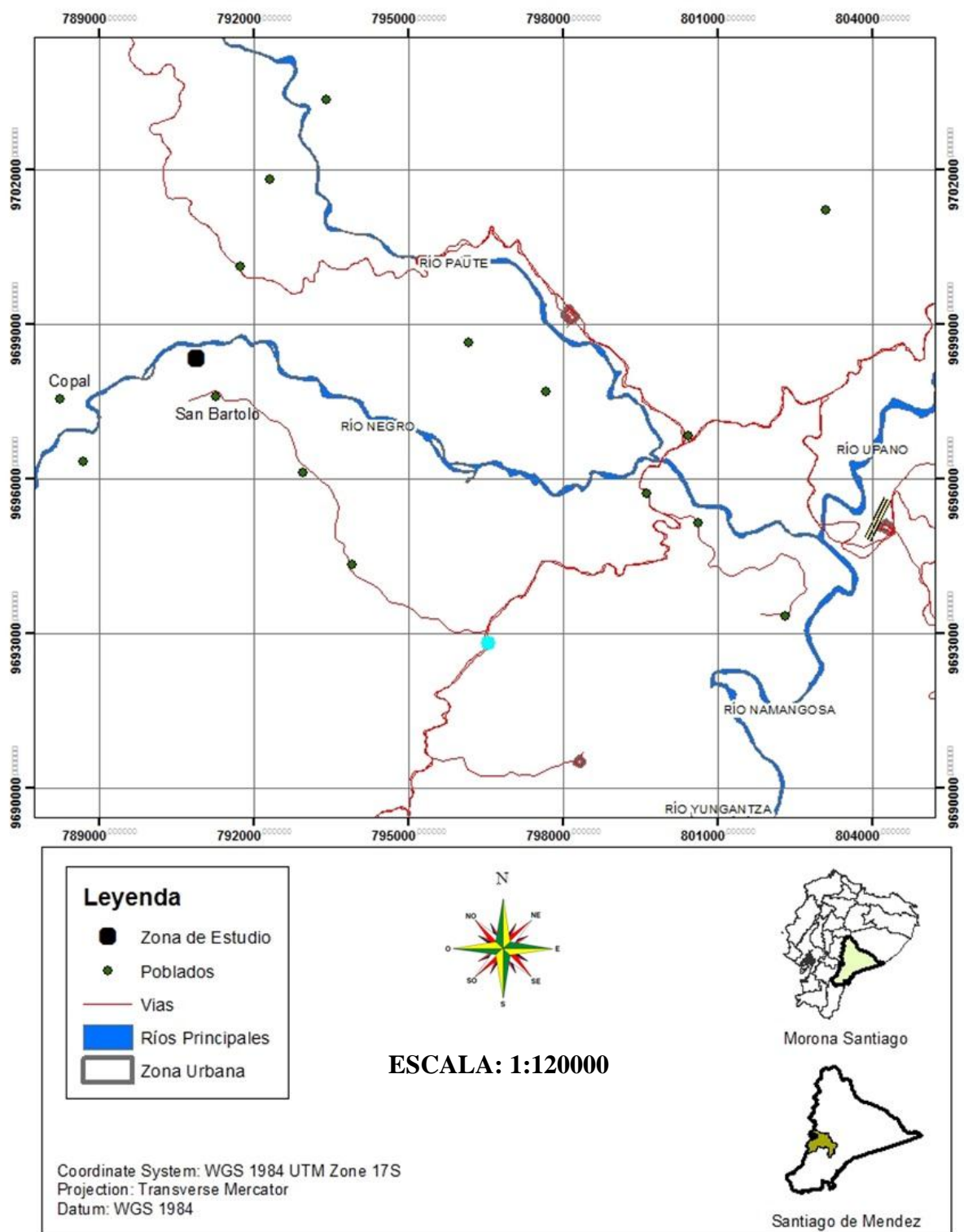
El proyecto se encuentra ubicado:

- Parroquia de Copal
- Cantón Santiago de Méndez
- Provincia de Morona Santiago
- Sector San Bartolo.

Las coordenadas UTM son:

PUNTO	COORDENADA	
	ESTE	NORTE
P1	789000	9699000
P2	789000	9696000
P3	795000	9696000
P4	795000	9699000

Gráfico 1: Ubicación general del proyecto.



Elaborado por: Palacios, J (2015)

2. ACCESO

Para poder acceder al proyecto hidroeléctrico "San Bartolo" se lo hace por la vía de primer orden Yubimi - La Dolorosa, seguido de una vía de segundo orden que pasa por comunidades aledañas hasta llegar a San Bartolo, en donde se encuentra situado el proyecto el mismo que se localiza a 30 minutos de la ciudad de Méndez.

Las obras de captación se encuentra a 13,7 Km de la vía, siguiendo la vía Yubimi - La Dolorosa.

3. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS

a. Temperatura

La temperatura se ha evaluado en términos de características anuales, mensuales y extremas. El análisis de los valores obtenidos permite indicar lo siguiente: es muy pequeña la variación de la temperatura media en el año, valor que fluctúa alrededor de los 22.5 °C. Las temperaturas mínimas medias mensuales se observan por lo general entre mayo y agosto, mientras que las máximas ocurren entre diciembre y febrero. (Asanza , 2012)

b. Precipitación

Las lluvias medias en el área del proyecto son analizadas en base a los datos pluviométricos de la estación Macas y Méndez; no se observa un periodo seco muy definido, pues las precipitaciones son significativas prácticamente en todos los meses. Sin embargo, se puede mencionar la presencia de un período con menos precipitaciones, que se prolonga de manera irregular de noviembre a febrero. (Asanza , 2012)

Cuadro 1: Valores promedio de precipitación en las estaciones Macas y Méndez.

Estación	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Macas	131,9	173	240,3	311,9	192,2	224,4	191,0	209,9	204,5	228,4	156,0	165,2	2429
Méndez	109.7	153.9	186.0	268.1	264.2	309.7	249.5	203.6	183.1	185.3	128.9	125.0	2370

Fuente: Datos meteorológicos estaciones Macas y Méndez – INAMHI. (2014)

c. Clima

El régimen general de lluvias de la región es muy homogéneo, debido entre otros factores, a los constantes niveles de evapotranspiración de la cobertura vegetal y de evaporación de los recursos hídricos. El análisis de estación Macas lo confirma efectivamente, que el comportamiento regular interanual.

Las características del clima consideradas de mayor interés para el proyecto son: temperaturas medias y extremas y su distribución en el año; humedad relativa media; velocidades del viento medias y extremas; procedencia de los vientos, definidas en función de las direcciones prevalecientes; lluvia anual y su distribución en el año, lluvias máximas de 24 horas y su frecuencia en el año, lluvias intensas.

En el área de estudio se registran condiciones climáticas propias de Clima Subtropical (500 hasta los 1.600 msnm). (Asanza , 2012)

4. USO DEL SUELO

a. Cobertura original del suelo.

Originalmente un alto porcentaje del país estuvo cubierto por bosques nativos, en las regiones del Litoral, del Oriente y en las estribaciones de la cordillera de los Andes. La región del Litoral así como la región Interandina, fueron escenarios de grandes cambios en el uso del suelo, siendo los más fuertes en la región Litoral. Los bosques nativos fueron eliminados para dar paso a los cultivos de banano, café, cacao y otros cultivos agrícolas, y para el desarrollo de la ganadería. En los últimos 30 a 40 años la región Amazónica, ha sido escenario de cambios en el uso consultivo del suelo, dando inicio a un proceso de deforestación producto de la tala del bosque primario, y destinar los suelos / terrenos para la agricultura y ganadería. Igualmente, se han construido varios tipos de carreteras, que enlazan la región Amazónica con la región Sierra y el resto del país, facilitado para que pobladores de otras regiones del país, hagan posesión, uso y cultivo en las tierras amazónicas, desplazando a sus pobladores originarios (indígenas de la zona). (Asanza , 2012)

b. Procesos de deforestación y cambio de uso del suelo.

El desarrollo de la agricultura y ganadería en el país tuvo mayor fuerza en provincias del Litoral y de la región Sierra, al igual que las zonas geográficas de las estribaciones de la cordillera Occidental, la zona norte de la región Amazónica ha sufrido un proceso acelerado de colonización, principalmente por el auge petrolero (a partir de los años 70 del siglo pasado), y por la apertura de carreteras, siempre orientado hacia una suerte de incorporación de ésta región al aparato productivo del país, en los temas de la agricultura, ganadería, y desarrollo petrolero.

Todos estos procesos de colonización, de una manera directa han provocado un fenómeno de denudación de los suelos, exponiendo los mismos a los efectos climatológicos de la región, como son lluvias intensas que afectan a los suelos de superficie, principalmente.

Este fenómeno de infiltración en los suelos denudados, que de por si son inestables o están en condición de equilibrio inestable, ha causado deslizamientos en masa, afectando en ocasiones a los asentamientos humanos de la región.

Hasta el sitio del futuro aprovechamiento hidroeléctrico, la zona se encuentra muy despoblada. La estructura geológica de superficie existente en el área del proyecto San Bartolo, es muy sensible a la denudación, fundamentalmente por la afectación directa del agua lluvia, que se identifica está mal drenada, tanto en superficie como a nivel subterráneo. Esta situación afecta a los suelos y rocas de la zona, que se identifica en la forma aborregada que presentan las lomas del sector, lo que denota una reptación de los suelos de superficie.

II. MARCO TEÓRICO.

A. Deslizamiento.

Es un tipo de movimiento de masa de tierra, reptación que se puede dar por causas de inestabilidad de un talud, este corrimiento consiste en el desplazamiento del material a lo largo de la pendiente por fuerzas de gravedad. Estos pueden ser por causas geológicas, morfológicas, físicas o humanas.

1. Solifluxión.

La solifluxión consiste en un desplazamiento que afecta a una masa de tierra desplazada sobre un basamento estable. Perturba únicamente a los materiales arcillosos susceptibles de transformarse en fango por el aumento de su contenido en agua líquida, lo que provoca un cambio de densidad, del peso y del volumen, que favorece el desplazamiento a lo largo de la pendiente. La actuación del agua puede producirse por el empapamiento del material deleznable a causa de infiltraciones, o el desbordamiento de mantos freáticos, o por la abundancia de las precipitaciones en una zona. (Albáñez, 2008)

B. Prospección geofísica.

Es un método de investigación indirecto que utiliza técnicas físicas y matemáticas, aplicadas a la exploración del subsuelo encaminado en la búsqueda y estudio de yacimientos de sustancias como aguas subterráneas, minerales, carbón por medio de observaciones efectuadas en la superficie de la tierra. (Wikipedia, Prospección geofísica, 2015)

1. Sondeo eléctrico vertical.

Los sondeos eléctricos verticales son aquellos métodos que se encargan de determinar la disposición de los diferentes estratos que se encuentran bajo el suelo, estableciendo su naturaleza, forma y profundidad de las diferentes capas geológicas así

como su posible litología por medio de la resistencia que pone el material a ser atravesado, todo esto sujeto a interpretación.

Cuadro 2: Valores resistividad típica.

Material	Resistividad (Ωm)
Basamento. Roca sana con diaclasas espaciadas	>10000
Basamento. Roca fracturada	1500-5000
Basamento. Roca fracturada saturada con agua corriente	100-2000
Basamento. Roca fracturada saturada con agua salada	1-100
Gruss no saturado	500-1000
Gruss saturado	40-60
Saprolito no saturado	200-500
Saprolito saturado	40-100
Gravas no saturadas	500-2000
Gravas saturadas	300-500
Arenas no saturadas	400-700
Arenas saturadas	100-200
Limos no saturados	100-200
Limos saturados	20-100
Limos saturados con agua salada	5-15
Arcillas no saturadas	20-40
Arcillas saturadas	5-20

Fuente: Universidad Nacional, (2000).

2. Tomografía geoelectrica.

Es un método de resistividad multielectrónico, basado en la modelación 2-D de la resistividad del terreno mediante el empleo de técnicas numéricas, cuyo objetivo es obtener una sección de resistividades reales del subsuelo, modelo a partir del cual se puede determinar la presencia o no de filtraciones de agua en profundidad.

C. Sondeo geotécnico.

El sondeo geotécnico es un tipo de prospección manual o mecánico, perteneciente a las técnicas de reconocimiento geotécnico del terreno realizadas con el fin de conocer sus características, son perforaciones de pequeño diámetros, que aunque no permiten la visión in situ del terreno de ellos se puede obtener testigos del terreno perforado, así como muestras, y realizar determinados ensayos.

Pretenden eliminar o reducir algunas de las limitaciones de los ensayos de laboratorio:

- El proceso de toma de la muestra, bien sea por percusión o rotación, produce una alteración de la estructura del terreno. Esta alteración es más importante en la periferia de la muestra, pero en cierta medida afecta a la totalidad de la misma.

Estudios teóricos muestran que las deformaciones verticales que se producen en un suelo arcilloso debido a la hincada de un tomamuestras de pared delgada, son del orden del 1% en el eje de la muestra. A esta alteración hay que añadir la que se produce en el transporte, almacenamiento, extracción de la muestra del tubo tomamuestras y tallado de la probeta. (Wikimedia, 2014)

1. Sondeo a rotación.

Los sondeos a rotación pueden perforar cualquier tipo de suelo o roca hasta profundidades muy elevadas y con distintas inclinaciones. La profundidad habitual no excede los 100 metros, aunque pueden alcanzarse los 1,000 metros. La extracción de testigos es continua y el porcentaje de recuperación del testigo con respecto a la longitud perforada puede ser muy alto, dependiendo del sistema de extracción. Algunos tipos de materiales son difíciles de perforar a rotación, como las gravas, o las arenas finas bajo el nivel freático, debido al arrastre del propio fluido de perforación. (Clubensayos, 2013)

D. Estabilidad de taludes

La estabilidad de taludes es la teoría que estudia la estabilidad o posible inestabilidad de un talud a la hora de realizar un proyecto, o llevar a cabo una obra de construcción de ingeniería civil, siendo un aspecto directamente relacionado con la ingeniería geotécnica. La inestabilidad de un talud, se puede producir por un desnivel, que tiene lugar por diversas razones:

- Condiciones geológicas: laderas posiblemente inestables, orografía, estratificación, meteorización, etc.
 - Variación del nivel freático: situaciones estacionales, u obras realizadas por el hombre.
 - Obras de ingeniería: rellenos o excavaciones tanto de obra civil, como de minería.
- (Wikipedia, Estabilidad de taludes, 2015)

El análisis de estabilidad permite determinar un Factor de Seguridad Mínimo (FS), por medio del Peso Unitario, Cohesión, Ángulo de fricción y Topografía, que establece

la relación entre las Fuerzas Resistentes del Suelo o de la Roca frente a las Fuerzas Motrices que pueden causar un movimiento de terreno o deslizamiento.

Las posibles fuerzas motrices son el Agua Subterránea, una Sobre-carga, Sismos. La literatura técnica internacional establece que un talud es estable, cuando el Factor de Seguridad (FS) es igual o superior a 1.50 (Estado Estático).

Para valores inferiores a 1.50, se establece que el talud entra en una condición de equilibrio inestable. Mientras el valor del FS se aproxima a la unidad ($FS = 1$), el talud se presenta más inestable. Valores inferiores a la unidad ($FS < 1$), establecen que el talud se está deslizando.

Las técnicas de análisis son divididas en dos categorías:

- Métodos determinísticos, cuya medida de seguridad del talud es hecha en términos de un factor de seguridad.
- Métodos probabilísticos, en que la medida de seguridad es hecha en términos de la probabilidad o del riesgo de ocurrencia de la ruptura.

E. Factor de seguridad

El coeficiente de seguridad también conocido como factor de seguridad es el conjunto entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real que este caso es 1.5. Por este motivo será un número mayor a uno, que indica la capacidad en exceso que tiene el sistema por sobre sus requerimientos.

La selección de los factores de seguridad debe justificarse plenamente teniendo en cuenta:

- La magnitud de la obra.
- Las consecuencias de una posible falla en la edificación o sus cimentaciones.
- La calidad de la información disponible en materia de suelos. (Wikipedia, 2015)

III. MARCO GEOLÓGICO

A. Geología regional

Las rocas metamórficas de la cordillera Real se encuentran en contacto con sedimentos cretácicos de la cuenca Amazónica por medio de un sistema de fallas inversas, conocido como frente Subandino. Está compuesto por estructuras de cabalgamiento que colocan al metamórfico jurásico sobre los sedimentos cretácicos, que se extienden paralelamente a la cordillera. Las formaciones presentes en el frente Subandino, con un ancho medio entre 10 y 20 km, se encuentran intensamente deformadas y metamorfoseadas. El sitio del proyecto San Bartolo se encuentra en este frente señalado. Las formaciones geológicas regionales identificadas son las que se describe a continuación. (Asanza , 2012)

1. Formación Napo (KN)

Comprende una secuencia de calizas de color gris oscuro intercaladas con lutitas calcáreas y areniscas. En la zona de estudio estas rocas han sido deformadas y metamorfoseadas. Las lutitas expuestas en superficie, se encuentran fracturadas y ligeramente meteorizadas deformadas. (Asanza , 2012)

2. Metamórficos indiferenciados (MI)

Está constituida por una faja tectónica en donde las formaciones cretácicas se presentan en diversos grados de deformación, esta faja está constituida por meta areniscas, cuarcitas, pizarras y esquistos gráficas y sericíticos. (Asanza , 2012)

3. Suelos residuales (QSR)

Formados por la meteorización de las rocas del basamento y de los depósitos coluviales. Corresponden a este tipo, los suelos limo arcillosos y limo arenosos de color café amarillento, con presencia ocasional de clastos. (Asanza , 2012)

4. Depósitos coluviales (Qc)

Son materiales que conforman mayormente las laderas. Están constituidos por bloques, fragmentos angulosos y subangulares dentro de una matriz arcillo – limosa, limo – arcillosa y ocasionalmente es areno – limosa. Estos depósitos se presentan no consolidados, que bajo condiciones saturadas se presentan muy vulnerables a movimientos de masa. (Asanza , 2012)

5. Depósitos aluviales (Qal)

Se encuentran en los cauces de los drenajes principales. Corresponden a depósitos de bloques, cantos, gravas, arenas y limos provenientes de los materiales preexistentes en las laderas de los ríos, esteros y quebradas que drenan la zona. (Asanza , 2012)

B. Geología local

Se han definido siete Unidades Litológicas que, de la más antigua a la más reciente, se las ha denominado de la siguiente manera:

1. Metamórficos indiferenciados.

a. Cuarzitas

Cuarzita de color grisácea, de tamaño de grano medio, textura granular, se presenta en su mayoría muy dura. La cuarzita se presenta fisurada en bloques pero químicamente poco alterada. Por los resultados de los ensayos efectuados, se estima tiene una resistencia - IRS (Intact Rock Strength) entre 10 y 15 Mpa, y un Módulo de Deformación (Eo) entre 4100 y 5200 MPa. La roca presenta discontinuidades cuyo espaciamiento se encuentra en el rango desde milímetros a varias decenas de centímetros. Esta roca presenta una rugosidad variable, predominando la del tipo plana. En su mayoría la roca se presenta fresca. Sin embargo en los bordes de las discontinuidades existe alteración, y el material del relleno de las discontinuidades es variable y depende del tamaño de la separación. En este sentido se ha observado desde material coluvial a limo arcilloso y esquisto grafitico muy meteorizado a muy alterado.

Los rellenos de las discontinuidades (como las fracturas abiertas y semi abiertas), pueden darse por precipitación química de soluciones de cuarzo y calcita, dando como resultado una baja resistencia a la fricción, la cual disminuye en estados húmedos a saturados (en presencia de agua). La roca presenta vetas de cuarzo, tiene un espesor de ≥ 50 m. (Asanza , 2012)

b. Esquistos verdes

Filitas de gris verdoso, de tamaño variados. Presenta planos de foliación de aproximadamente 0.5 cm. Se identifica una pátina de color violáceo nacarado y muy suave al tacto, y también presencia talco, tiene un espesor ≈ 15 m.

Su génesis y estratigrafía está constituida por una faja tectónica en donde las formaciones cretácicas Hollín y Napo se presentan en diversos grados de deformación, esta faja está constituida por meta areniscas, cuarcitas y pizarras. (Asanza , 2012)

c. Filitas pizarras y esquistos grafiticos

Filitas con sericita y talco, Esquistos sericíticos y Esquistos grafiticos. Presentan planos de foliación menores a 1 mm, de color blanco verdoso y presentan intercalaciones de sericita. Por los resultados de los ensayos efectuados, se estima tiene una resistencia - IRS (Intact Rock Strength) entre 1 y 5 Mpa, y un Módulo de Deformación (E_o) entre 500 y 2200 Mpa, propios de rocas blandas alteradas / deformadas. (Asanza , 2012)

Pizarras negras con incrustaciones de pirita y calcopirita. En ocasiones son fácilmente deleznable. Con planos de foliación de 0.5 cm.

Filitas y Pizarras con talco, con planos de foliación de casi 0.5 cm y con zonas cubiertas de talco, de color blanco verdoso y suave al tacto.

Este material al encontrarse en zonas con agua y alta humedad, tiene un comportamiento plástico y viscoso, tiene un espesor ≈ 15 m.

d. Coluviales

Coluvial que involucra clastos de diferentes tamaños de cuarcita, filitas, esquistos. Los líticos se presentan entre angulares, subangulares hasta subredondeados.

Las filitas y esquistos tienden a presentarse planos. En algunos clastos se puede observar mineralización de pirita y calcopirita.

Al meteorizarse estas rocas se convierten en una arcilla maleable y de baja capacidad portante.

Por los resultados de los ensayos efectuados en bloques de las rocas que conforman el coluvial, se estima tiene una resistencia entre 3 y 9 Mpa, y un Módulo de Deformación (E_o) entre 1000 y 3000 MPa. Ensayos de compresión triaxial en material de la matriz da resultados de cohesión (c) entre 4.5 y 5.0 t/m², y ángulo de fricción interna (ϕ) entre 20 y 25°, tiene un espesor \approx 20 m.

Su génesis y estratigrafía se debe a procesos de movimientos de terrenos, inestabilidad de taludes por presencia de agua y/o por la activación de las estructuras regionales. (Asanza, 2012)

e. Coluviales Copal (Qc Co)

Bloques de brechas, bien consolidadas con líticos subangulares a subredondeados de pizarras de coloración marrón (rojizo) de tono negruzco azulado, y otras de color verdoso. Los tamaños varían hasta 10 cm dentro de la brecha, con porcentaje aproximado del 40%.

Bloques de cuarcita blanquecina con tonalidad rojiza, de tamaño alrededor de 1.00 m a 1.50 m. Muy duros. Tamaño máximo observado es 1.0 m. Porcentaje del 15%.

Filitas negras con mineralización de pirita que afloran in situ y que se encuentran en estado de alteración / descomposición que se deshacen por el alto contenido de agua que existe en la zona, junto al pie del río. Se presenta a modo de lodo negro, plástico y de textura maleable.

Filitas verdes foliación de 2 mm con cuarzo en vetillas. Porcentaje 10%.

Rocas volcánicas tipo andesita o volcano sediment. Muy duras con fenocristales de plagioclasas sin alterar. Otras rocas de este tipo presentan alteración en la matriz volcánica. Porcentaje 30%.

Cuarzo lechoso en diversos tamaños, con mineralización de pirita y calcopirita, aproximado en 5%, tiene un espesor ≈ 70 m. (Asanza , 2012)

f. Coluviales rojos

Depósito de clastos en matriz areno limosa y limo arcillosa. Son angulares a subredondeados con presencia de cuarcitas, limonitas, filitas, pizarras. La principal característica de este depósito es su coloración rojiza y morfología ondulada, observándose estable, tiene un espesor ≈ 15 m. (Asanza , 2012)

g. Aluviales

Depósitos de clastos, con bloques redondeados de tamaños que varían desde centimétricos hasta métricos, en una matriz areno limosa con poca presencia de material arcilloso, tiene un espesor ≈ 15 m.

Su génesis y estratigrafía se debe a material arrastrado/ depositado por el río Negro. (Asanza , 2012)

IV. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

A. Geodinámica externa que afecta la zona del proyecto

1. Movimientos de terreno

El proyecto San Bartolo se encuentra en la zona Subandina, que desde el punto de vista geológico, identifica a las rocas metamórficas de la cordillera Real en contacto con sedimentos cretácicos de la cuenca Amazónica por medio de un sistema de fallas inversas. Está compuesto por estructuras de cabalgamiento que colocan al metamórfico jurásico sobre los sedimentos cretácicos, que se extienden paralelamente a la cordillera.

Igualmente se mencionó que las lluvias predominantes en la región amazónica y las características edáficas del suelo y subsuelo han permitido almacenar y retener una cantidad apreciable de agua en su interior. En esta región la magnitud de la lluvia supera a la evapo transpiración, dando como resultado un superávit hídrico.

Esta situación geológica, más la presencia de agua mal drenada y la denudación de los suelos producto de la deforestación y colonización, identifica una zona con laderas en un equilibrio estable a inestable. La inestabilidad de las laderas se estima tiene los siguientes componentes:

- Presencia de taludes no adecuados en materiales sueltos, sean estos coluviales antiguos (paleo deslizamientos) o suelos residuales. Estos materiales en presencia de agua y/o de sismos, pueden pasar de un equilibrio estable a uno inestable.
- La existencia de acumulación de agua en forma de lagunas naturales o artificiales y zonas de humedales, en las hondonadas generadas por antiguos movimientos de terreno. Esto permite que el agua filtre por el subsuelo, generando alteración de los depósitos metamórficos y coluviales metamórficos y generar movimientos de laderas en forma de reptación, que se identifica por la forma aborregada de la superficie.

De acuerdo a las características litológicas de la zona, se puede identificar que los materiales propensos a deslizarse constituyen el coluvial saturado mal drenado, y los

depósitos metamórficos deformados y descompuestos que se presentan en estado saturado. (Asanza , 2012)

2. Zonas inestables

Las zonas inestables más comunes corresponden a las activaciones de los coluviales existentes por la presencia de agua. En la zona estudiada se identificaron varios deslizamientos tanto activos como antiguos que se describen a continuación.

a. Deslizamiento antiguo

➤ Deslizamiento el Copal – Da1

Constituye el deslizamiento más grande detectado en la zona, se ubica en el sector El Copal, originado en la parte superior de la margen Norte (izquierda) del río Negro. Se estima que por la magnitud y volumen del deslizamiento producido, represó temporalmente el río Negro, lo que obligó a cambiar su dirección de flujo. Este deslizamiento abarca una superficie aproximada de 2 km². Aguas arriba del deslizamiento se produjo depósitos aluviales “colgados”, como el detectado en la margen Sur (derecha) en el sitio de la captación.

A la fecha actual, se identifica que una parte de este deslizamiento de la margen Norte se encuentra reactivado y que afecta parcialmente a la población de El Copal. Si se produce un deslizamiento de iguales o mayores características que el identificado, podría eventualmente afectar las obras del proyecto hidroeléctrico. Por comunicación verbal de los pobladores del sector (Mayores a 60 años de edad), este deslizamiento se reactivó hace aproximadamente 40 años.

El material encontrado en la margen Norte del río Negro, se relaciona con el material encontrado en el cauce y margen Sur (derecha) del río Tayuya Chico y la intersección del derecho de vía de la conducción, (se localiza en la margen Sur del río Negro). Se puede observar que el material en superficie se presenta suelto y propenso a la erosión hídrica, tanto del río Tayuya Chico como de la escorrentía superficial del

sector. Esta condición ha generado la formación de un cauce profundo en forma de “V”. (Asanza , 2012)

b. Deslizamientos recientes

➤ Deslizamiento el cementerio D1

Se localiza al oeste del cementerio de la población La Dolorosa y se ha generado aguas abajo de una pequeña laguna artificial “turística”. En la abscisa 2+204 el material involucrado es un coluvial en superficie y hacia el interior un metamórfico descompuesto, conformado por esquistos y filitas grafitosas.

Por observación directa obtenida desde el mes de Julio 2011, se estima que la velocidad de movimiento alcanza entre 10 y 15cm/mes. El principal componente para este movimiento es el agua de infiltración que proviene de las zonas altas al derecho de vía para la conducción.

Actualmente con la apertura del camino de acceso y la construcción de cunetas, éstas funcionan parcialmente como drenes del flujo del sitio. Sin embargo, se deberá poner atención a los movimientos de masa que se puedan producir en el futuro inmediato. (Asanza , 2012)

➤ Deslizamiento río copo o copito D2

Este deslizamiento se encuentra en la margen Norte (derecha) del río Negro y corresponde a un flujo por acción del agua, que afecta al coluvial que se encuentra en superficie y a los metamórficos deformados y descompuestos. El agua se encuentra acumulada en forma de lagunas artificiales / naturales, existentes en las zonas altas. De acuerdo a los moradores de la zona, este deslizamiento se originó hace cerca de 10 a 12 años. Se relaciona igualmente con las zonas pantanosas o saturadas presentes en la abscisa 5+270 que involucra coluvial y hacia el interior por el metamórfico deformado y descompuesto. Se detecta la existencia de pizarras, esquistos grafitosos y filitas negras. (Asanza , 2012)

B. Descripción de los sitios de las obras proyectadas

1. Captación margen norte (derecha) del río negro

Terraza aluvial

Presencia de una terraza aluvial colgada en la parte superior del escarpe, de 150 m de largo por 20 m de ancho con una profundidad aproximada entre 3 y 5 m. Los cantos heterogéneos se presentan subredondeados en una matriz areno limosa. En la zona inferior, la terraza está conformada por un aluvial que hacia el cauce tiene un espesor variable del orden de 3.50 m, y hacia la orilla tiene un espesor de 0.70 m. (Asanza , 2012)

Coluvial

Aproximadamente 60 m aguas arriba del puente colgante existente, se encuentra un coluvial de cerca de 50 m de largo y 20 m de ancho con una profundidad de 15 m. El material involucrado corresponde a bloques de cuarcita con material orgánico como árboles y raíces, en una matriz areno limosa. (Asanza , 2012)

Cuarcita

Afloramiento fracturado a muy fracturado. En superficie, las fisuras alcanzan separaciones entre 5 y 10 cm. Estas grietas en unos casos en superficie no presentan relleno, pero que al interior están rellenas de arena y esquisto grafitico muy alterado. Se puede observar una zona milonítica entre 2 y 3 m de espesor con presencia de vetas de cuarzo. La cuarcita fracturada presenta una permeabilidad (K) entre 1.5 y 5.6×10^{-3} cm/seg. (Asanza , 2012)

Esquisto grafitico / grafitoso

Subyaciendo la cuarcita se detectó la presencia del esquisto grafitico / grafitoso de color negro a gris oscuro, el cual se encuentra entre alterado a muy alterado. Se identifica que el esquisto grafitico ha sufrido esfuerzos de deformación elevados, lo cual

ha provocado la fracturación y posterior alteración del macizo, se puede estimar que la permeabilidad (K) es del orden de 7.0×10^{-6} cm/seg. (Asanza , 2012)

Fotografía 1: Depósito aluvial “colgado” margen derecha de la captación.



Fuente: Informe Técnico de Geología, Geofísica y Geotecnia del proyecto hidroeléctrico San Bartolo.

2. Captación margen sur (izquierda) del río negro

Coluviales

Un pequeño estrato coluvial firme se detectó en la zona superior a la captación. Los coluviales más potentes en esta margen se encuentran aguas arriba y aguas abajo del sitio de la captación proyectada, y no en las coordenadas de la captación. El material involucrado corresponde a bloques coluviales de cuarcitas y filitas negras que son parte de las zonas miloníticas. Hacia la zona alta del cierre proyectado, si se detecta material coluvial. (Asanza , 2012)

Terrazas aluviales

Aguas arriba de la captación, se presenta un depósito aluvial de aproximadamente 100 m de largo, 15 m de ancho y espesor desconocido. En la margen Sur (izquierda), en el sitio de la captación no existen depósitos aluviales, posiblemente por la velocidad que tiene el río Negro en ese sector. (Asanza , 2012)

Cuarcita

En esta margen a la altura del puente colgante existente, aflora una cuarcita fresca, fracturada a muy fracturada, con separaciones rellenas de material areno limoso y vetillas de cuarzo. En esta margen se identifican tres zonas miloníticas entre 2 y 3 m de espesor, compuestas por filitas de color negro con tamaño de grano de hasta 1 mm. En la cuarcita se presenta fracturas, diaclasas y vetillas de cuarzo. Esta roca y las zonas miloníticas. La cuarcita fracturada presenta una permeabilidad (K) entre 5.4 y 7.0×10^{-6} cm/seg. (Asanza , 2012)

Esquisto grafitico / grafitoso

Subyaciendo la cuarcita se detectó la presencia del esquisto grafitico / grafitoso de color negro a gris oscuro, el cual se encuentra fresco y más hacia el interior, está entre alterado a muy alterado. Se identifica que el esquisto grafitico ha sufrido esfuerzos de deformación elevados, lo cual ha provocado la fracturación y posterior alteración. (Asanza , 2012)

Fotografía 2: Cuarcita fracturada con relleno arenoso y de esquisto grafitico.



Fuente: Informe Técnico de Geología, Geofísica y Geotecnia del proyecto hidroeléctrico San Bartolo.

3. Salida túnel de carga

HIDROTECH proyectó la construcción de un túnel de carga, localizado luego de la bocatoma. La información recuperada durante el sondeo respectivo permitió mejorar el conocimiento de la estratigrafía del lugar, asociada con el sitio de la bocatoma. Luego

de realizado el sondeo, y en vista de los resultados encontrados (roca fisurada), HIDROTECH resolvió cambiar a una alternativa de la conducción sin el túnel de carga. (Asanza , 2012)

Coluvial

Este coluvial involucra materiales de cuarcitas, filitas y esquistos en matriz limo arenoso. Los bloques son de diversos tamaños: desde centimétricos hasta métricos. La potencia de este depósito coluvial es del orden de 15 m, que fue estimado durante la prospección de campo y correlacionado con el sondeo efectuado en este sitio. (Asanza , 2012)

Cuarcita

A una distancia de aproximadamente 15 m del camino existente, se encuentra una cuarcita fresca con diaclasamiento y presencia de venas de cuarzo, tiene una potencia aproximada de 25 m. (Asanza , 2012)

Esquisto grafitico / grafitoso

Subyaciendo la cuarcita se detectó la presencia del esquisto grafitico de color negro a gris oscuro, el cual se encuentra alterado a muy alterado. Se identifica que el esquisto ha sufrido esfuerzos de deformación fuertes, que ha provocado la fracturación y posterior alteración del macizo. (Asanza , 2012)

Fotografía 3: Coluvial en superficie, con clastos centimétrico a decimétrico.



Fuente: Informe Técnico de Geología, Geofísica y Geotecnia del proyecto hidroeléctrico San Bartolo.

C. ABSCISADO.

1. Abscisa 0+000 – 1+550

Coluvial

Zona coluvial al pie del montículo, el material involucrado incluye bloques centimétricos hasta métricos, la matriz es limo arenosa de color parda, y material arcilloso de color pardo claro. Se observa la presencia de clastos de diferentes tamaños: centimétricos a métricos, que corresponden a cuarzo lechoso, filitas con sericita y talco, pizarras negras con piritita y calcopiritita. La potencia del coluvial vería entre 10 y 15 m y podría alcanzar 20 m.

Esquisto grafitico / grafitoso

Subyaciendo el coluvial se detecta la presencia del esquisto grafitico de color negro a gris oscuro, el cual se encuentra alterado a muy alterado, y al interior se puede encontrar fresco y fracturado. Se identifica que el esquisto ha sufrido esfuerzos de deformación fuertes, que ha provocado la fracturación y posterior alteración del macizo. La potencia de esta roca no ha sido detectada.

Fotografía 4: Coluvial en superficie. **Fotografía 5:** Esquisto grafitico.



Fuente: Informe Técnico de Geología, Geofísica y Geotecnia del proyecto hidroeléctrico San Bartolo.

2. Abscisa 1+550 – 1+650

Este tramo se identifica muy húmedo, localmente es pantanoso, lo que ha saturado los suelos y rocas presentes, afectando sus propiedades geomecánicas.

Coluvial

El material es coluvial arcilloso de color gris con bloques descompuestos de filitas y esquistos de color negro. La potencia del coluvial varía entre 15 y 25 m.

Esquisto grafitico / grafitoso

Subyaciendo el coluvial se detecta la presencia del esquisto grafitico de color negro a gris oscuro, el cual se encuentra alterado a muy alterado, y al interior se puede encontrar fresco y fracturado. Se identifica que el esquisto ha sufrido esfuerzos de deformación fuertes, que ha provocado la fracturación y posterior alteración del macizo. La potencia de esta roca no ha sido detectada.

3. Abscisa 1+650 – 3+730

Coluvial

En superficie, que incluye bloques centimétricos hasta métricos, la matriz es limo arcillosa de color amarillento. Los clastos son de diferentes tamaños: centimétricos a métricos, que corresponden a filitas con sericita y talco, esquistos grafiticos, color negro con mineralizaciones. La potencia del coluvial varía entre 2 a 8 m. Hacia el 2+000, el coluvial es de filitas y esquistos en descomposición hacia una arcilla. Se identifica la presencia de sericita y talco. Alrededor de la abscisa 2+000 se encuentra en un proceso de deslizamiento.

Esquisto grafitico / grafitoso

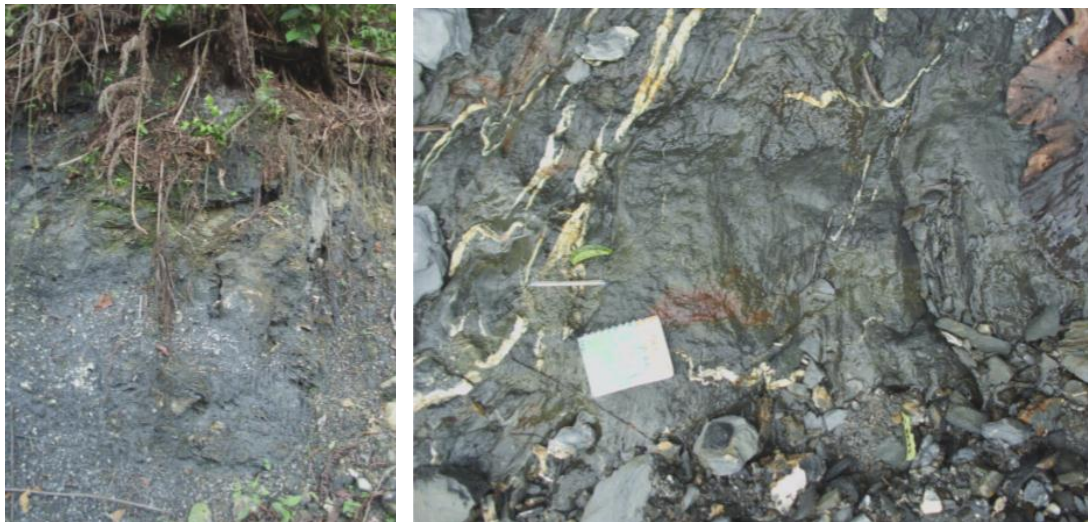
Subyaciendo el coluvial se detecta la presencia del esquisto grafitico de color negro a gris oscuro, el cual se encuentra parcialmente alterado y en afloramientos se lo puede encontrar fresco, deformado / plegado, con mineralizaciones de cuarzo lechoso. La potencia de esta roca no ha sido detectada.

Esquisto sericítico

A partir de la abscisa 2+900 hasta la 3+900 aproximadamente, y subyaciendo el coluvial, se detecta la presencia del esquisto sericítico de color café - rojizo, el cual se encuentra alterado, y al interior se puede encontrar fresco. El esquisto está plegado y deformado. La potencia de esta roca no ha sido detectada. En la abscisa 3+900

aproximadamente, se estima existe una zona con un contacto geológico con el esquisto grafitico / grafitoso.

Fotografía 6, 7: Esquisto grafitico, deformado, con mineralizaciones de cuarzo.



Fuente: Informe Técnico de Geología, Geofísica y Geotecnia del proyecto hidroeléctrico San Bartolo.

4. Abscisa 3+730 – 4+650

Este tramo se identifica muy húmedo, localmente es pantanoso, lo que ha saturado los suelos y rocas presentes, afectando sus propiedades geomecánicas.

Coluvial

El coluvial involucrado incluye bloques centimétricos hasta métricos, la matriz es limo arcillosa de color amarillento. Los clastos son de diferentes tamaños: centimétricos a métricos, que corresponden a filitas con sericita y talco, esquistos grafiticos, color negro con mineralizaciones. La potencia del coluvial varía entre 15 a 25 m.

Esquisto sericítico

Hasta la abscisa 3+900 aproximadamente, y subyaciendo el coluvial, se detecta la presencia del esquisto sericítico de color café - rojizo, alterado, y al interior se estima está fresco. El esquisto está plegado y deformado. La potencia de esta roca no ha sido

detectada. En la abscisa 3+900 aproximadamente, se estima existe una zona con un contacto geológico con el esquisto grafitico / grafitoso.

Esquisto grafitico / grafitoso

A partir del 3+900 hasta el 5+760, aproximadamente se detecta la presencia del esquisto grafitico de color negro a gris oscuro, alterado y al interior se estima está fresco y fracturado. La potencia de esta roca no ha sido detectada.

Fotografía 8: Lomas aborregadas del coluvial.



Fuente: Informe Técnico de Geología, Geofísica y Geotecnia del proyecto hidroeléctrico San Bartolo.

Fotografía 9: Esquisto sericítico, alterado, plegado y deformado.



Fuente: Informe Técnico de Geología, Geofísica y Geotecnia del proyecto hidroeléctrico San Bartolo.

5. Abscisa 4+650 – 5+200

Coluvial

El coluvial involucrado incluye bloques centimétricos hasta métricos, la matriz es limo arcillosa de color amarillento. Los clastos son de diferentes tamaños: centimétricos a métricos, que corresponden a filitas con sericita y talco, esquistos gráfiticos, color negro con mineralizaciones. La potencia del coluvial varía entre 10 a 15 m.

Esquisto gráfitico / grafitoso

Subyaciendo el coluvial se detecta la presencia del esquisto gráfitico de color negro a gris oscuro, el cual se encuentra alterado, y al interior se estima está fresco y fracturado. La potencia de esta roca no ha sido detectada. Entre la abscisa 5+150 y 5+200 se detecta un posible contacto con el esquisto sericítico, semejante al descrito anteriormente.

6. Abscisa 5+200 – 5+450

Este tramo se identifica muy húmedo, localmente es pantanoso, lo que ha saturado los suelos y rocas presentes, afectando sus propiedades geomecánicas.

Coluvial

El coluvial involucrado incluye bloques centimétricos hasta métricos, la matriz es limo arcillosa de color amarillento. Los clastos son de diferentes tamaños: centimétricos a métricos, que corresponden a filitas con sericita y talco, esquistos gráfiticos, color negro con mineralizaciones. La potencia del coluvial varía entre 8 a 12 m.

Esquisto sericítico

Entre la abscisa 5+150 – 5+200 hasta la 5+350 aproximadamente, y subyaciendo el coluvial, se detecta la presencia del esquisto sericítico de color café - rojizo, alterado. Se estima que hacia el interior está fresco, aunque se encuentra plegado y deformado. La

potencia de esta roca no ha sido detectada. En la abscisa 5+350 en adelante, se estima existe el contacto con el esquisto gráfíco / grafitoso de color negro a gris oscuro, alterado y fracturado. (Asanza , 2012)

7. Abscisa 5+450 – 5+650

Coluvial

El coluvial involucrado incluye bloques centimétricos hasta métricos, la matriz es limo arcillosa de color amarillento. Los clastos son de diferentes tamaños: centimétricos a métricos, que corresponden a filitas con sericita y talco, esquistos gráfícos, color negro con mineralizaciones. La potencia del coluvial varía entre 15 a 20 m.

Esquisto gráfíco / grafitoso

Subyaciendo el coluvial se detecta la presencia del esquisto gráfíco de color negro a gris oscuro, el cual se encuentra alterado, y al interior se estima está fresco y fracturado. La potencia de esta roca no ha sido detectada.

8. Abscisa 5+650 – 5+700

Este tramo se identifica muy húmedo, localmente es pantanoso, lo que ha saturado los suelos y rocas presentes, afectando sus propiedades geomecánicas.

Coluvial

El coluvial involucrado incluye bloques centimétricos hasta métricos, la matriz es limo arcillosa de color amarillento. Los clastos son de diferentes tamaños: centimétricos a métricos, que corresponden a filitas con sericita y talco, esquistos gráfícos, color negro con mineralizaciones. La potencia del coluvial varía entre 12 y 15 m.

Esquisto gráfíco / grafitoso

Subyaciendo el coluvial se detecta la presencia del esquisto gráfíco de color negro a gris oscuro, el cual se encuentra alterado, y al interior se estima está fresco y

fracturado. La potencia de esta roca no ha sido detectada. Hacia la abscisa 5+770 – 5+780 se identifica un contacto con el esquisto sericítico.

9. Abscisa 5+700 – 5+950

Coluvial

El coluvial involucrado incluye bloques centimétricos hasta métricos, la matriz es limo arcillosa de color amarillento. Los clastos son de diferentes tamaños: centimétricos a métricos, que corresponden a filitas con sericita y talco, esquistos gráfícos, color negro con mineralizaciones. La potencia del coluvial varía entre 8 a 10 m.

Esquisto sericítico

En la abscisa 5+770 – 5+780, y subyaciendo el coluvial, se detecta la presencia del esquisto sericítico de color café - rojizo, alterado, plegado y deformado. La potencia de esta roca no ha sido detectada.

Fotografía 10, 11: Coluvial, bloques angulosos, sector de la chimenea de equilibrio.



Fuente: Informe Técnico de Geología, Geofísica y Geotecnia del proyecto hidroeléctrico San Bartolo.

10. Abscisa 5+950 – 6+500

Este tramo se identifica muy húmedo y saturado, afectando las propiedades geomecánicas de los suelos y rocas presentes.

Coluvial

El coluvial involucrado incluye bloques centimétricos hasta métricos, la matriz es limo arcillosa de color amarillento. Los clastos son de diferentes tamaños: centimétricos a métricos, que corresponden a filitas con sericita y talco, esquistos grafiticos, color negro con mineralizaciones. La potencia del coluvial varía entre 5 a 7 m.

Esquisto sericítico

Hasta la abscisa 6+200 aproximadamente, y subyaciendo el coluvial, se detecta la presencia del esquisto sericítico de color café - rojizo, alterado, y al interior se estima está fresco. El esquisto está plegado y deformado. La potencia de esta roca no ha sido detectada.

Esquisto grafitico / grafitoso

A partir del 6+200 en adelante se detecta la presencia del esquisto grafitico de color negro a gris oscuro, alterado y fracturado. La potencia de esta roca no ha sido detectada. (Asanza , 2012)

11. Abscisa 6+500 – 6+590

Coluvial

El coluvial involucrado incluye bloques centimétricos hasta métricos, la matriz es limo arcillosa de color amarillento. Los clastos son de diferentes tamaños: centimétricos a métricos, que corresponden a filitas con sericita y talco, esquistos grafiticos, color negro con mineralizaciones. La potencia del coluvial varía entre 8 a 10 m. Este estrato

se identifica en el talud de corte del camino de acceso construido para a la casa de máquinas. En este sitio se detectó un depósito coluvial / aluvial de 18 m de potencia.

Esquisto grafitico / grafitoso

Subyaciendo el coluvial se detecta la presencia del esquisto grafitico de color negro a gris oscuro, el cual se encuentra alterado, y al interior se estima está fresco y fracturado. La potencia de esta roca no ha sido detectada, pero durante el sondeo realizado en el sitio para la casa de máquinas, se detectó a la profundidad de 18 m.

Fotografía 12, 13: Coluvial, esquisto grafitico en talud de corte.



Fuente: Informe Técnico de Geología, Geofísica y Geotecnia del proyecto hidroeléctrico San Bartolo.

Fotografía 14: Coluvial, corte de vía de acceso a casa de máquinas.

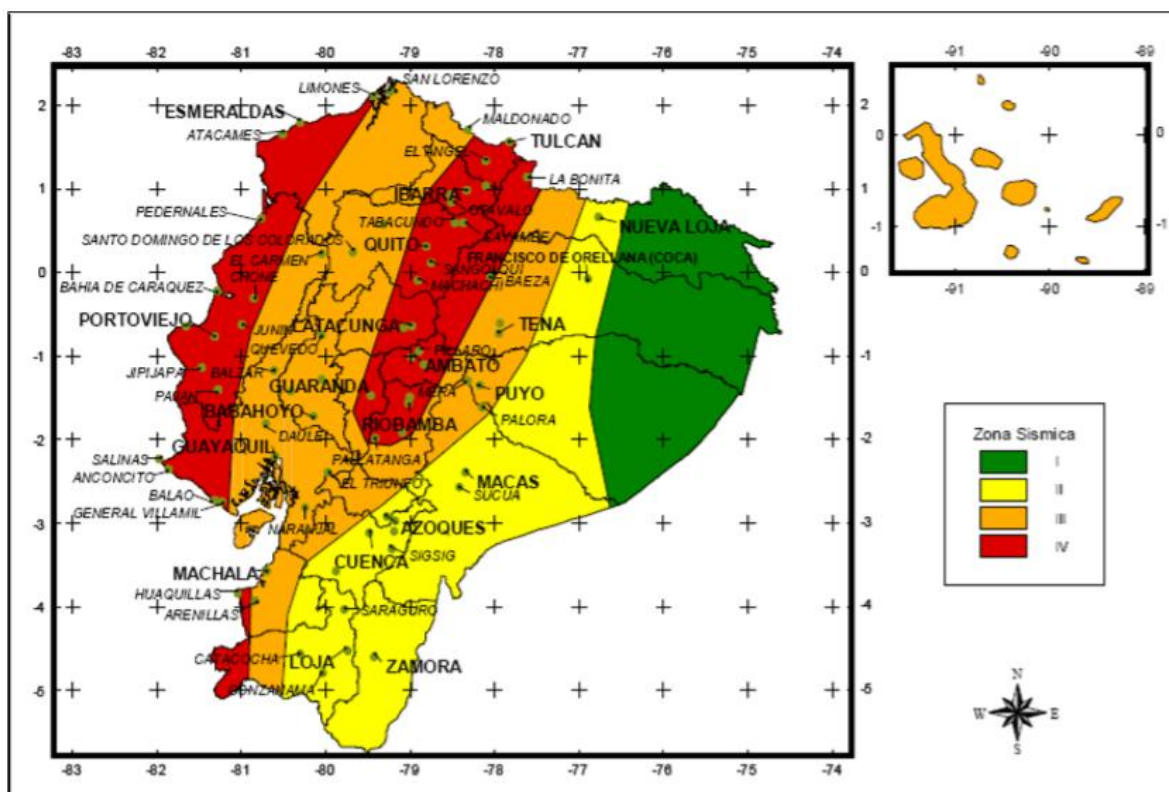


Fuente: Informe Técnico de Geología, Geofísica y Geotecnia del proyecto hidroeléctrico San Bartolo.

D. Sismicidad

Es importante tener presente que otro elemento que puede causar un movimiento de masas y de inestabilidad de las estructuras, es la presencia de sismos. Como se conoce, el Ecuador forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico. De acuerdo con el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC, 2002), la zona sísmica del proyecto San Bartolo se encuentra en la Zona II, esto significa que tiene baja probabilidad de sismos.

Gráfico 2: Mapa sísmico del Ecuador



Fuente: Código ecuatoriano de la construcción – CEC 2002.

I: Zona oriental amazónica.

II: Zona centro oriente.

III: Zona central

IV: Zona litoral y central norte

V. TRABAJO DE CAMPO.

A. Geofísica.

1. Tomografía geoelectrica.

Es la correlación de todos los Sondeos Eléctricos Verticales representados en un gráfico, la misma que consta de dos secciones que son: la Pseudo cross-sección (resistividad aparente ζ_a) y la Resistivity cross- sección (resistividad verdadera ζ_v).

Los resultados están representados puntualmente por separado para cada uno de los sitios investigados, además, en las tomografías geoelectricas podemos observar los siguientes gráficos: en el primero denominado **Resistivity cross-section** observamos la configuración geométrica de los diferentes Horizontes y Complejos Geoelectricos (**Capas geofísicas N1, N2, N3... etc; con sus respectivos colores**) encontrados en los sitios en donde se realizaron los SEV.

El segundo gráfico titulado **Pseudo cross-section**, sirve para observar en color azul, la presencia de humedad y saturación de los materiales en profundidad, la posible presencia de acuíferos y la forma de las fronteras o límites de los complejos geoelectricos (en escala logarítmica).

2. Sondeos eléctricos verticales.

El estudio estuvo a cargo de Víctor Espinosa G. Ingeniero Geofísico M.Sc y bajo la supervisión del Ing. René Rodríguez y del Egresado Jonatan Palacios, con fecha 06 de Septiembre del 2015, técnicos de Higgeco Cía. Ltda., iniciaron la prospección de campo de los trabajos geofísicos en los deslizamientos de la conducción. Los trabajos fueron efectuados, mediante la aplicación del método eléctrico, en la modalidad de sondeos eléctricos verticales (SEV), variante Schlumberger de cuatro electrodos, manteniendo una amplitud de electrodos A/B 200 metros.

Fotografía 15: Instalación del resistímetro para realizar el primer SEV.



Fuente: Palacios, J (2015).

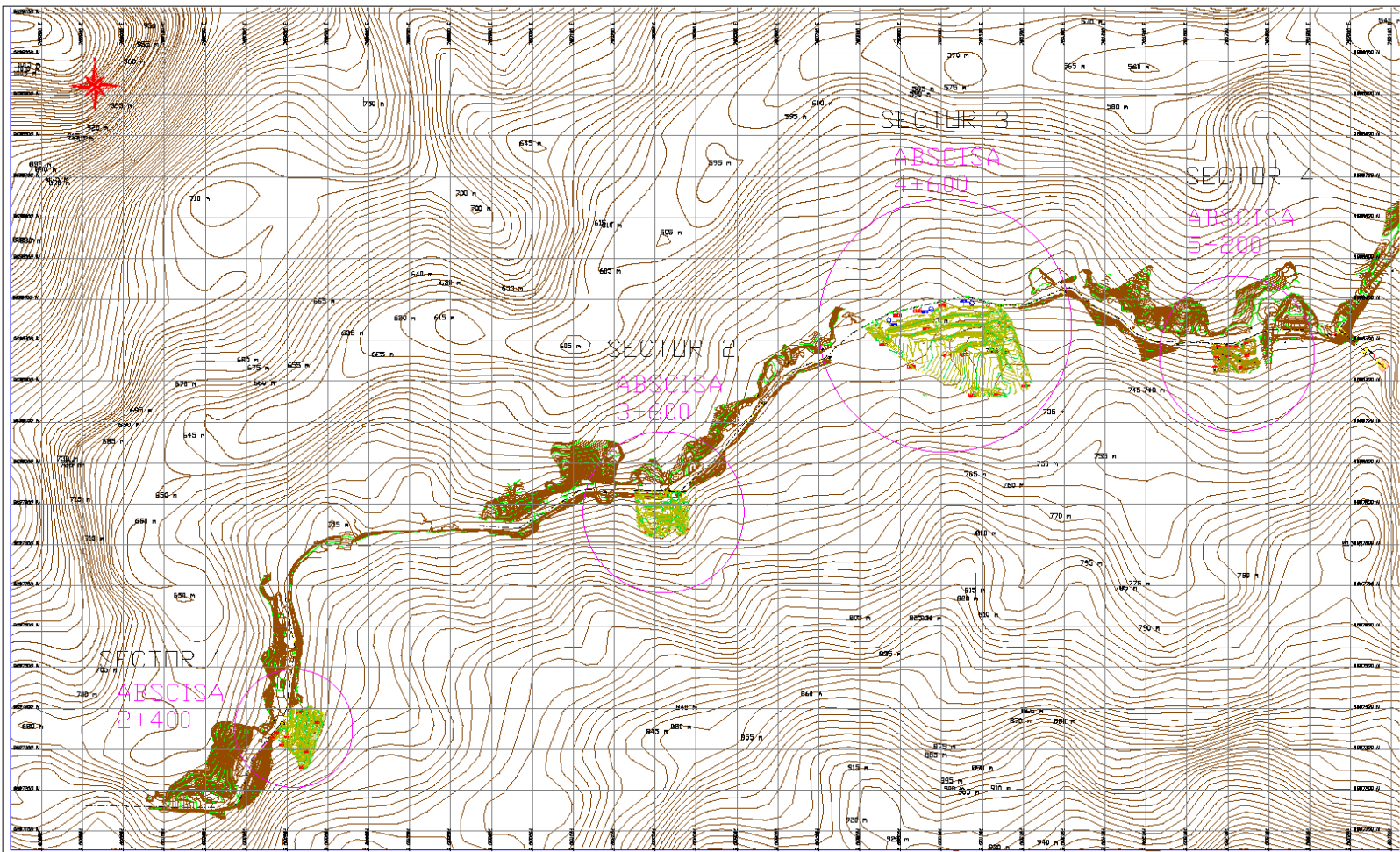
Este método permite comprender mejor la estructura del subsuelo de forma indirecta, gracias al estudio de resistividades eléctricas de las formaciones que la componen ya que la respuesta eléctrica dependerá esencialmente de la composición mineralógica, propiedades físico mecánicas y grado de saturación de los materiales componentes del subsuelo. Para alcanzar este objetivo es necesario que se cumplan tres condiciones que son las siguientes:

- Las diversas formaciones litológicas tienen que ser caracterizadas por diferentes resistividades eléctricas.
- La corriente eléctrica enviada desde la superficie debe penetrar con profundidad (mínimo 90%) hasta alcanzar los objetivos que se hayan propuesto estudiar.
- Las deformaciones del campo eléctrico o si se prefiere las perturbaciones al recorrido de la corriente por las heterogeneidades del subsuelo, deben ser medibles a partir de la superficie.



La interpretación de los datos de resistividad eléctrica se la realizó en dos etapas que consistieron en lo siguiente:

En la primera etapa se realizó una interpretación cuantitativa y cualitativa de las curvas de los sondeos eléctricos verticales, la misma que consistió en una comparación manual de las curvas obtenidas en el campo con las curvas teóricas establecidas en los libros de Resistividad Eléctrica escritos por los autores Orellana - Mooney y Pilaeb A. M.

Por otro lado, se utilizó el interpretador automático IPI2Win, luego de la cual se establecieron los espesores de las capas y las resistividades verdaderas correspondientes a cada una de ellas y en una segunda etapa sirvieron para la construcción de la Tomografías geoeléctricas por donde se realizaron los SEVs, Se realizó un total de 43 Sondeos Eléctricos Verticales distribuidos en 4 sectores de la conducción, en la abscisa 2+400, 3+600, 4+600 y 5+200.



LEYENDA

	Sectores de Estudio.
	Curvas de Nivel Cada 5m.

PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLO		
ELABORADO POR: Jonathan Palacios	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	ESCALA: 1:6000
HOJA: 1	REV: 01	FECHA: NOV/2015
TOPOGRAFIA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLO		

Cuadro 3: Información de los sondeos eléctricos verticales (Abscisa 2+400).

NOMBRE DEL SITIO	SEV N°	ABERTURA AB (m)	COORDENADAS CONSTRUCCIÓN		COTA GPS m.s.n.m.
			ESTE	NORTE	
Conducción Abscisa 2+400	SEV-01	200	789371.38	9697335.915	706.017
	SEV-02	200	789379.45	9697347.330	705.165
	SEV-03	200	789391.949	9697317.300	711.442
	SEV-04	200	789405.159	9697336.829	707.504
	SEV-05	200	789440.018	9697262.100	732.067
	SEV-06	200	789453.302	9697300.262	728.612
	SEV-07	200	789479.194	9697372.446	729.106
	SEV-08	200	789424.804	9697387.690	711.138

Elaborado por: Palacios, J (2015)

En el Cuadro 3 se presentan los rangos de valores de resistividad verdadera, espesor de las capas, profundidad desde la superficie y posible correlación geológica para los sitios donde se realizaron los 8 SEVs.

Básicamente la litología donde se realizaron los sondeos eléctricos verticales está representada por suelos residuales húmedos y saturados, coluviales saturados y esquistos sericíticos y gráfíticos con diferente grado de alteración pertenecientes posiblemente a la Formación Hollín y Napo deformadas y/o rocas metamórficas.

Cuadro 4: CORRESPONDENCIA GEOLÓGICA (Abscisa 2+400).

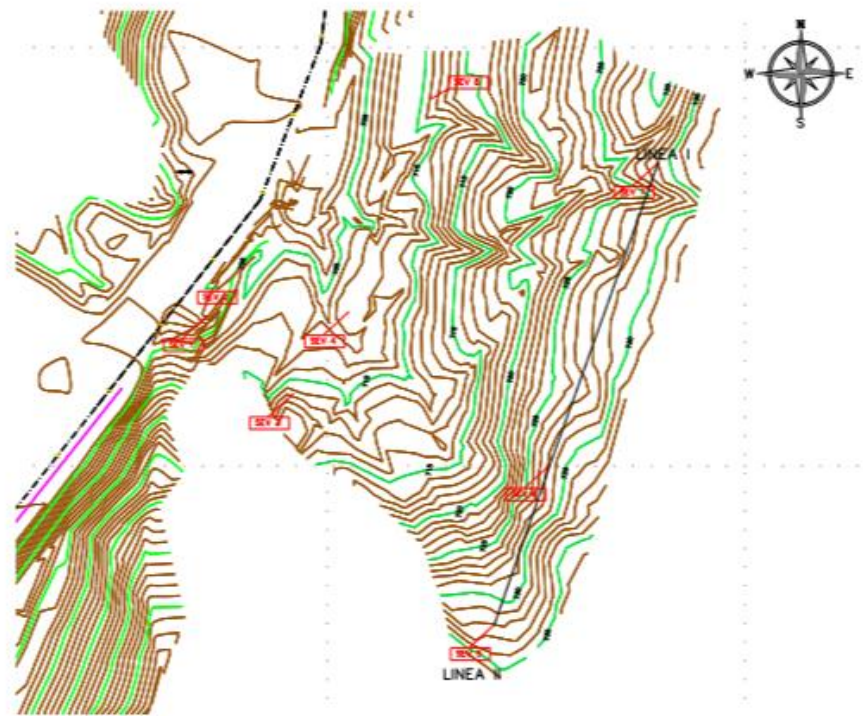
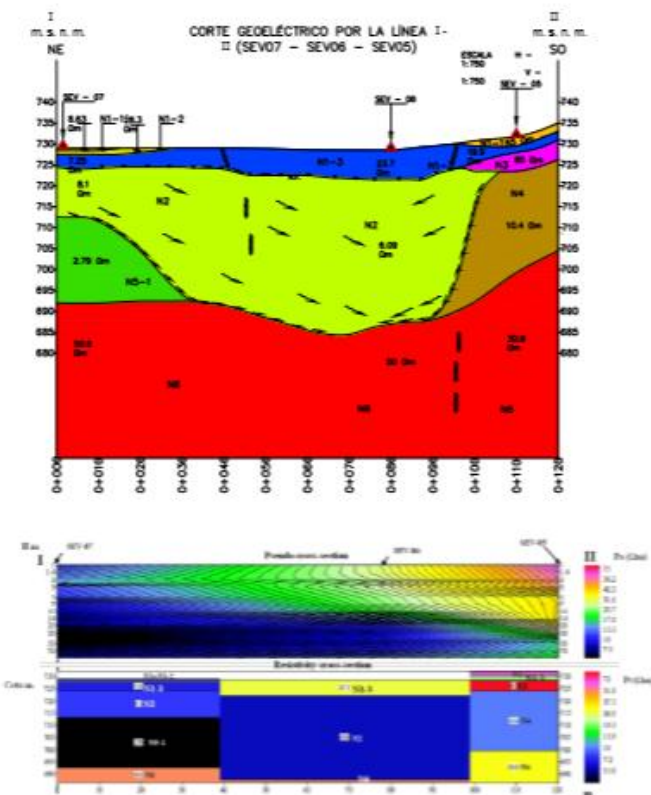
SEV	COMPLEJO ELÉCTRICO (N)	RANGO RESISTIVIDAD VERDADERA ρ_v(Ohm.m)	POTENCIA h(m.)	PROFUNDIDAD DESDE SUPERFICIE (m.)	POSIBLE CORRELACIÓN GEOLOGICA
SEV-01	1	24	0.719	0	Suelo limo arcilloso húmedo.
	1-2	58.7	0.476	0.719	Suelo limo arenoso húmedo.
	3	20.2	12	1.19	Esquisto sericítico medianamente alterado húmedo y saturado.
	4	1.68	23	13.2	Esquisto grafitico medianamente alterado.
	6	108	>15	36.2	Roca de base, cuarcita.
SEV-02	1	20.1	0.6	0	Suelo limo arcilloso húmedo.
	1'	58.2	0.654	0.6	Suelo limo arcilloso húmedo con clastos ocasionales.
	1-2	13.6	4.48	1.25	Suelo limo arenoso húmedo.
	3	34.5	5.97	5.74	Esquisto sericítico medianamente alterado húmedo y saturado.
	2	2.76	29.3	11.7	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	6	106	>15	41	Roca de base, cuarcita.

SEV-03	1	7.89	0.5	0	Suelo limo arcilloso húmedo.
	1'	60.7	0.603	0.5	Suelo limo arcilloso húmedo con clastos ocasionales.
	1-2	3.66	1.2	1.1	Suelo limo arenoso húmedo.
	3	40.5	4.65	2.3	Esquisto sericítico medianamente alterado húmedo y saturado.
	4	5.06	27.5	6.95	Esquisto gráfítico medianamente alterado.
	6	286	>15	34.5	Roca de base, cuarcita.
SEV-04	1	18.1	0.886	0	Suelo limo arcilloso húmedo.
	1-2	42.6	0.723	0.886	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	7.81	10.4	1.61	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso húmedo y saturado.
	2	27.6	20	12	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	5-2	1.95	>15	32	Roca de base, esquisto gráfítico.
SEV-05	1	65.1	1.72	0	Suelo limo arcilloso húmedo.
	1-3	19.9	1.84	1.72	Coluvial con clastos en matriz limo

				arcilloso húmedo y saturado.	
	3	85	4.51	3.56	Esquisto sericítico medianamente alterado húmedo y saturado.
	4	10.4	24.6	8.07	Esquisto grafitico medianamente alterado.
	6	30.8	>15	32.7	Roca de base, cuarcita.
SEV-06	1	65.1	1.72	0	Suelo limo arcilloso húmedo.
	1-3	19.9	1.84	1.72	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso húmedo y saturado.
	3	85	4.51	3.56	Esquisto sericítico medianamente alterado húmedo y saturado.
	4	10.4	24.6	8.07	Esquisto grafitico medianamente alterado.
	6	30.8	>15	32.7	Roca de base, cuarcita.
SEV-07	1	8.63	0.5	0	Suelo limo arcilloso húmedo.
	1-2	28.3	0.675	0.5	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	7.25	3.89	1.17	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso húmedo y saturado.

	2	8.1	10.7	5.06	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	5-1	2.79	20.9	15.8	Esquisto grafitico con mineralización de cuarzo.
	6	50.6	>15	36.7	Roca de base, cuarcita.
SEV-08	1	21.8	0.5	0	Suelo limo arcilloso húmedo.
	1-2	82.9	0.406	0.5	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	19.5	7.7	0.906	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso húmedo y saturado.
	1-4	1.88	9.7	8.61	Esquisto sericítico muy alterado saturado.
	5-1	14.1	13.3	18.3	Esquisto grafitico con mineralización de cuarzo.
	5-2	1.2	>15	31.6	Roca de base, esquisto grafitico.

Elaborado por: Palacios, J (2015)

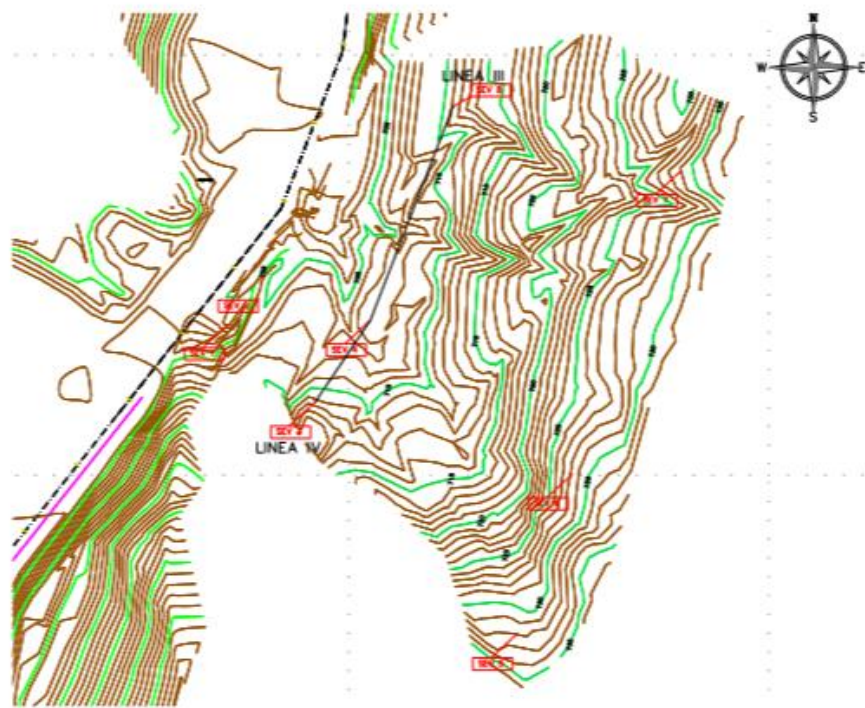
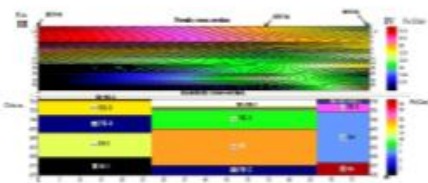
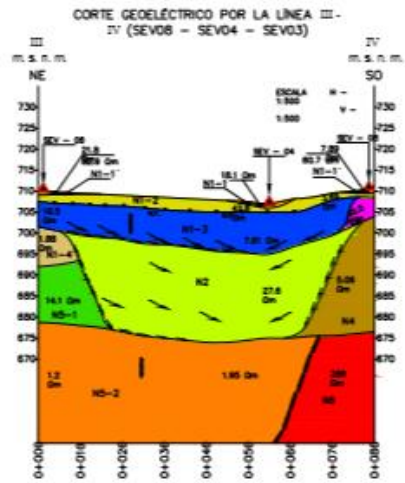


LEYENDA

CÓDIGOS DE SONDEOS GEOLÓGICOS	INTERVALOS DE RESISTIVIDAD	PERFILS DE LA RESISTIVIDAD	CORRESPONDENCIA GEOLÓGICA APROXIMADA	BOVEDAS CONDICIONALES
M1-1	[10-100]	[10-100]	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS DE ALTA RESISTIVIDAD	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS
M1-2	[100-1000]	[100-1000]	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS DE ALTA RESISTIVIDAD	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS
M1-3	[1000-10000]	[1000-10000]	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS DE ALTA RESISTIVIDAD	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS
M1-4	[10000-100000]	[10000-100000]	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS DE ALTA RESISTIVIDAD	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS
M2	[100-1000]	[100-1000]	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS DE ALTA RESISTIVIDAD	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS
M3	[1000-10000]	[1000-10000]	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS DE ALTA RESISTIVIDAD	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS
M4	[10000-100000]	[10000-100000]	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS DE ALTA RESISTIVIDAD	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS
M5-1	[100-1000]	[100-1000]	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS DE ALTA RESISTIVIDAD	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS
M5-2	[1000-10000]	[1000-10000]	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS DE ALTA RESISTIVIDAD	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS
M6	[10000-100000]	[10000-100000]	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS DE ALTA RESISTIVIDAD	SEDIMENTOS CONSOLIDADOS

- Sondeos Eléctricos Verticales.
- Curva de Nivel Principal.
- Curva de Nivel Secundaria.

PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLO		
ELABORADO POR: Jonathan Palacios	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	ESCALA: 1:750
HOJA: 2	REV: 01	FECHA: NOV/2015
SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES SECTOR 1 (ABSCISA 2+400)		



LEYENDA

CÓDIGOS GEOELÉCTRICOS	INTERVALOS DE RESISTIVIDAD	PROFUNDIDAD DE LA RESISTIVIDAD (EAL)	CORRESPONDENCIA GEOLOGICA APROXIMADA	SONDOS GEOELÉCTRICOS
NS-1	[1000-100]	[0-10]	TIPO DE TIERRAS	SEV03
NS-2	[100-10]	[10-100]	TIPO DE TIERRAS	SEV04
NS-3	[10-1]	[100-1000]	TIPO DE TIERRAS	SEV08
NS-4	[1-0.1]	[1000-10000]	TIPO DE TIERRAS	
NS	[0.1-0.01]	[10000-100000]	TIPO DE TIERRAS	
NS-1	[0.01-0.001]	[100000-1000000]	TIPO DE TIERRAS	
NS-2	[0.001-0.0001]	[1000000-10000000]	TIPO DE TIERRAS	
NS	[0.0001-0.00001]	[10000000-100000000]	TIPO DE TIERRAS	

- Sondeos Eléctricos Verticales.
- Curva de Nivel Principal.
- Curva de Nivel Secundaria.

PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLO		
ELABORADO POR: Jonathan Palacios	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	ESCALA: 1: 750
HOJA: 3	REV: 01	FECHA: NOV/2015
SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES SECTOR 1 (ABSCISA 2+400)		

Cuadro 5: Información de los sondeos eléctricos verticales (Abscisa 3+600).

NOMBRE DEL SITIO	SEV N°	ABERTURA AB (m)	COORDENADAS CONSTRUCCIÓN		COTA GPS
			ESTE	NORTE	m.s.n.m.
Conducción Abscisa 3+600	SEV-01	300	790252.192	9697927.603	697.785
	SEV-02	300	790302.541	9697927.308	697.011
	SEV-03	200	790327.065	9697925.850	697.122
	SEV-04	200	790262.243	9697873.878	709.480
	SEV-05	200	790282.986	9697928.415	697.095
	SEV-06	200	790367.851	9697903.559	705.287
	SEV-07	200	790272.681	9697837.959	713.398
	SEV-08	200	790328.529	9697841.417	720.098
	SEV-09	200	790377.414	9697844.025	721.064
	SEV-10	200	790313.669	9697874.130	706.507

Elaborado por: Palacios, J (2015)

En el Cuadro 5 se presentan los rangos de valores de resistividad verdadera, espesor de las capas, profundidad desde la superficie y posible correlación geológica para los sitios donde se realizaron los 10 SEVs.

Básicamente la litología donde se realizaron los sondeos eléctricos verticales está representada por suelos residuales húmedos y saturados, coluviales saturados y esquistos sericíticos y gráficas con diferente grado de alteración pertenecientes posiblemente a la Formación Hollín y Napo deformadas y/o rocas metamórficas.

Cuadro 6: CORRESPONDENCIA GEOLÓGICA (Abscisa 3+600).

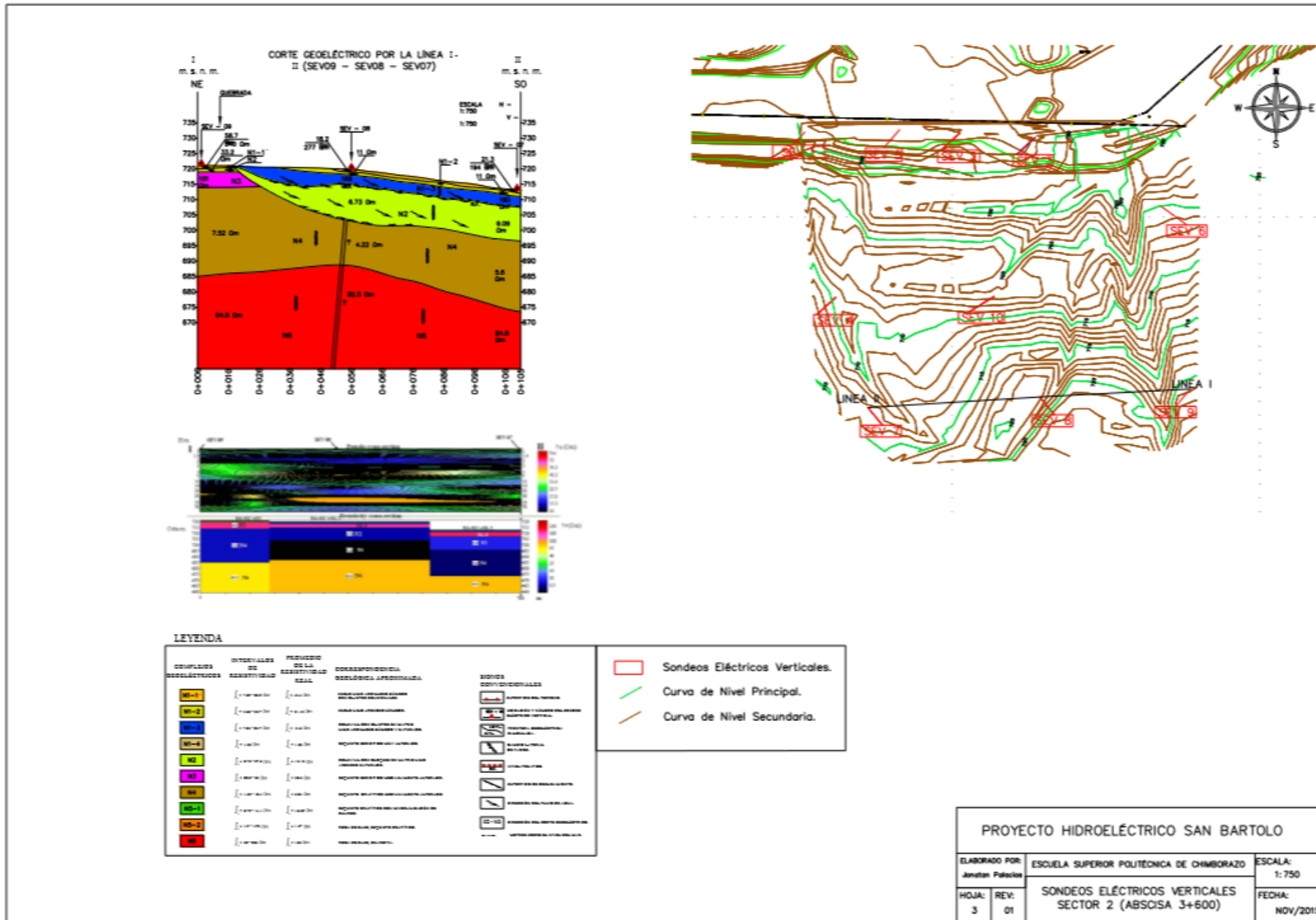
SEV	COMPLEJO ELÉCTRICO (N)	RANGO RESISTIVIDAD VERDADERA ζ_v (Ohm.m)	POTENCIA h(m.)	PROFUNDIDAD DESDE SUPERFICIE (m.)	POSIBLE CORRELACIÓN GEOLOGICA
SEV-01	1-1'	157	3.58	0	Suelo limo arcilloso húmedo con clastos.
	1-3	494	5.26	3.58	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	3	22.6	29.7	8.84	Esquisto sericítico medianamente alterado húmedo y saturado.
	6	154	>15	38.5	Roca de base, cuarcita.
SEV-02	1-1'	19.5	2.17	0	Suelo limo arcilloso húmedo con clastos
	1-3	108	2.75	2.17	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	1-4	3.31	3.19	4.92	Esquisto grafitico muy alterado.
	2	82.3	11.1	8.12	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	4	9.9	35.4	19.2	Esquisto grafitico medianamente alterado
	5-2	4.76	>15	54.6	Roca de base, Esquisto grafitico.
SEV-03	1-1'	10.3	0.5	0	Suelo limo arcilloso húmedo con clastos
	1-3	139	2.79	0.5	Coluvial con clastos en

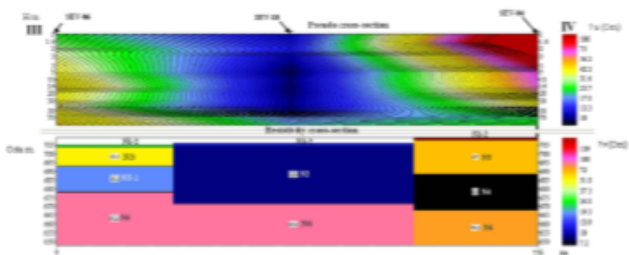
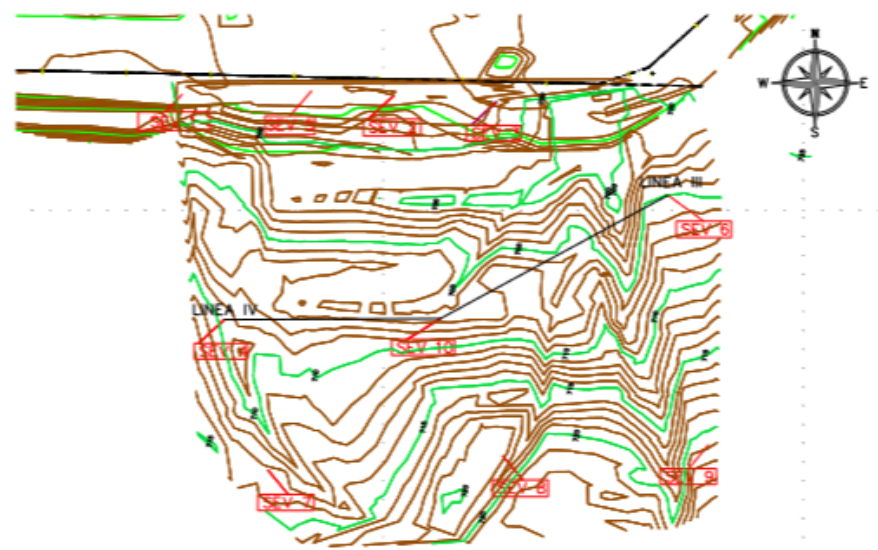
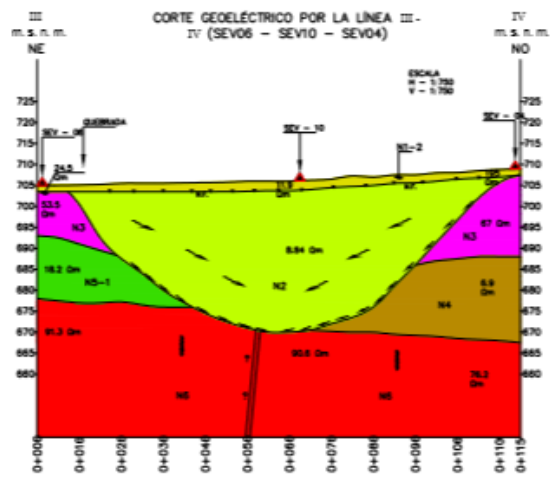
				matriz limo arcilloso saturado.	
	1-4	10.5	6.13	3.29	Esquisto grafitico muy alterado.
	3	141	10.4	9.43	Esquisto sericítico medianamente alterado húmedo y saturado.
	4	13.6	16.9	19.8	Esquisto grafitico medianamente alterado
	5-2	5.22	>15	36.7	Roca de base, Esquisto grafitico.
SEV-04	1-2	195	1.28	0	Suelo limo arenoso húmedo.
	3	67	19.3	1.28	Esquisto sericítico medianamente alterado húmedo y saturado.
	4	6.9	20.4	20.6	Esquisto grafitico medianamente alterado.
	6	76.2	>15	41	Roca de base, cuarcita.
SEV-05	1-1'	10.8	1.68	0	Suelo limo arcilloso húmedo con clastos
	1-2	2.39	1.3	1.68	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	103	3.84	2.98	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	2.27	13.9	6.82	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	3	37.1	16	20.7	Esquisto sericítico

					medianamente alterado húmedo y saturado.
	6	101	>15	36.7	Roca de base, cuarcita.
SEV-06	1-2	24.5	1.48	0	Suelo limo arenoso húmedo.
	3	53.5	10.5	1.48	Esquisto sericítico medianamente alterado húmedo y saturado.
	5-1	18.2	14.6	12	Esquisto grafitico con mineralizaciones de cuarzo.
	6	91.3	>15	26.6	Roca de base, cuarcita.
SEV-07	1	21.3	0.5	0	Limo arcilloso húmedo.
	1'	194	0.423	0.5	Suelo limo arcilloso húmedo con clastos.
	1-2	11	1.04	0.923	Suelo limo arenoso húmedo.
	3	190	3.68	1.96	Esquisto sericítico medianamente alterado húmedo y saturado.
	2	9.09	11.7	5.64	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	4	5.64	22.4	17.4	Esquisto grafitico medianamente alterado.
	6	84.8	>15	39.7	Roca de base, cuarcita.
SEV-08	1	18.2	0.50	0	Limo arcilloso húmedo.
	1'	277	0.358	0.5	Suelo limo arcilloso húmedo con clastos.

	1-2	11	0.933	0.858	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	169	3.28	1.79	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	6.73	11.1	5.07	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	4	4.22	16.6	16.2	Esquisto grafitico medianamente alterado.
	6	82.5	>15	32.8	Roca de base, cuarcita.
SEV-09	1	58.7	0.50	0	Limo arcilloso húmedo.
	1'	340	0.318	0.5	Suelo limo arcilloso húmedo con clastos.
	2	33.2	0.827	0.818	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	3	181	5.43	1.64	Esquisto sericítico medianamente alterado húmedo y saturado.
	4	7.52	28.7	7.07	Esquisto grafitico medianamente alterado.
	6	64.8	>15	35.8	Roca de base, cuarcita.
SEV-10	1-2	11.9	1.84	0	Limo arcilloso húmedo.
	2	8.84	32.6	1.84	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	6	90.6	>15	34.4	Roca de base, cuarcita.

Elaborado por: Palacios, J (2015)





LEYENDA

SONDEOS GEOLÓGICOS	INTERVALOS DE RESISTIVIDAD	PROFUNDIDAD DE LA RESISTIVIDAD REAL	CORRESPONDENCIA GEOLÓGICA APROXIMADA	SONDAS CONVENCIONALES
NS-1	[1.000-100]	[1-100]	ARENAS Y CONGLOMERADOS DE GRANES BLOCOS	SEV 04
NS-2	[100-1000]	[100-1000]	ARENAS Y CONGLOMERADOS DE GRANES BLOCOS	SEV 06
NS-3	[1000-10000]	[1000-10000]	ARENAS Y CONGLOMERADOS DE GRANES BLOCOS	SEV 07
NS-4	[10000-100000]	[10000-100000]	ARENAS Y CONGLOMERADOS DE GRANES BLOCOS	SEV 08
NS-5	[100000-1000000]	[100000-1000000]	ARENAS Y CONGLOMERADOS DE GRANES BLOCOS	SEV 09
NS-6	[1000000-10000000]	[1000000-10000000]	ARENAS Y CONGLOMERADOS DE GRANES BLOCOS	SEV 10
NS-7	[10000000-100000000]	[10000000-100000000]	ARENAS Y CONGLOMERADOS DE GRANES BLOCOS	SEV 11
NS-8	[100000000-1000000000]	[100000000-1000000000]	ARENAS Y CONGLOMERADOS DE GRANES BLOCOS	
NS-9	[1000000000-10000000000]	[1000000000-10000000000]	ARENAS Y CONGLOMERADOS DE GRANES BLOCOS	
NS-10	[10000000000-100000000000]	[10000000000-100000000000]	ARENAS Y CONGLOMERADOS DE GRANES BLOCOS	

- Sondeos Eléctricos Verticales.
- Curva de Nivel Principal.
- Curva de Nivel Secundaria.

PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLO		
ELABORADO POR: Jonathan Patencia	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	ESCALA: 1:750
HOJA: 4	REV: 01	SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES SECTOR 2 (ABSCISA 3+600)
		FECHA: NOV/2015

Cuadro 7: Información de los sondeos eléctricos verticales (Abscisa 4+600).

NOMBRE DEL SITIO	SEV N°	ABERTURA AB (m)	COORDENADAS CONSTRUCCIÓN		COTA GPS
			ESTE	NORTE	m.s.n.m.
Conducción Abscisa 4+600	SEV-01	200	790896.546	9698369.057	696.210
	SEV-02	200	790950.513	9698379.853	697.048
	SEV-03	200	791006.568	9698392.733	696.960
	SEV-04	200	791114.779	9698389.311	694.999
	SEV-05	200	790862.570	9698298.262	702.782
	SEV-06	200	790968.408	9698337.430	703.169
	SEV-07	200	791046.391	9698349.516	701.983
	SEV-08	200	791153.448	9698351.377	705.850
	SEV-09	200	790932.171	9698243.922	708.497
	SEV-10	200	791017.110	9698273.185	712.154
	SEV-11	200	791060.400	9698274.585	720.880
	SEV-12	200	791160.500	9698280.184	722.303
	SEV-13	200	791081.007	9698174.011	726.032
	SEV-14	200	791142.604	9698177.532	729.756
	SEV-15	200	791210.749	9698196.762	730.156

Elaborado por: Palacios, J (2015)

En el Cuadro 7 se presentan los rangos de valores de resistividad verdadera, espesor de las capas, profundidad desde la superficie y posible correlación geológica para los sitios donde se realizaron los 15 SEVs.

Básicamente la litología donde se realizaron los sondeos eléctricos verticales está representada por suelos residuales húmedos y saturados, coluviales saturados y esquistos sericíticos, gráfiticos y cuarcitas con diferente grado de alteración

pertencientes posiblemente a la Formación Hollín y Napo deformadas y/o rocas metamórficas.

Cuadro 8: CORRESPONDENCIA GEOLÓGICA (Abscisa 4+600).

SEV	COMPLEJO ELÉCTRICO (N)	RANGO RESISTIVIDAD VERDADERA ρ_v (Ohm.m)	POTENCIA h(m.)	PROFUNDIDAD DESDE SUPERFICIE (m.)	POSIBLE CORRELACIÓN GEOLOGICA
SEV-01	1	514	0.5	0	Limo arcilloso húmedo.
	1'	2908	0.471	0.5	Suelo limo arcilloso húmedo con clastos.
	1-3	139	5.82	0.971	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	26.6	15.8	6.79	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	6	175	>15	22.6	Roca de base, cuarcita.
SEV-02	1	155	0.5	0	Limo arcilloso húmedo.
	1'	771	0.56	0.5	Suelo limo arcilloso húmedo con clastos.
	(1-3)+2	12,4	25.6	1.06	Coluvial con clastos y bloques en matriz limo arcilloso y arenoso saturado.
	6	64	>15	26.7	Roca de base, cuarcita.
SEV-03	1	514	0.5	0	Limo arcilloso húmedo.
	1'	2865	0.48	0.5	Suelo limo arcilloso húmedo con clastos.
	1-3	137	5.9	0.98	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	25.3	11.7	6.88	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	6	127	>15	18.6	Roca de base,

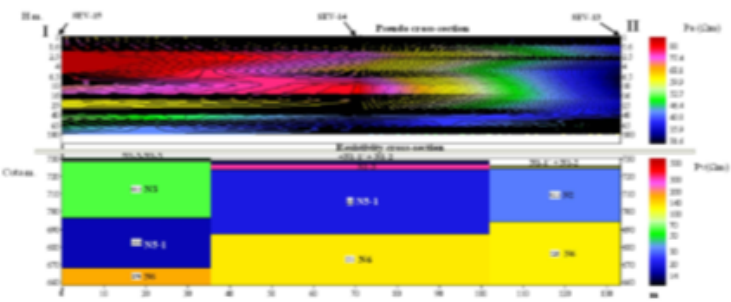
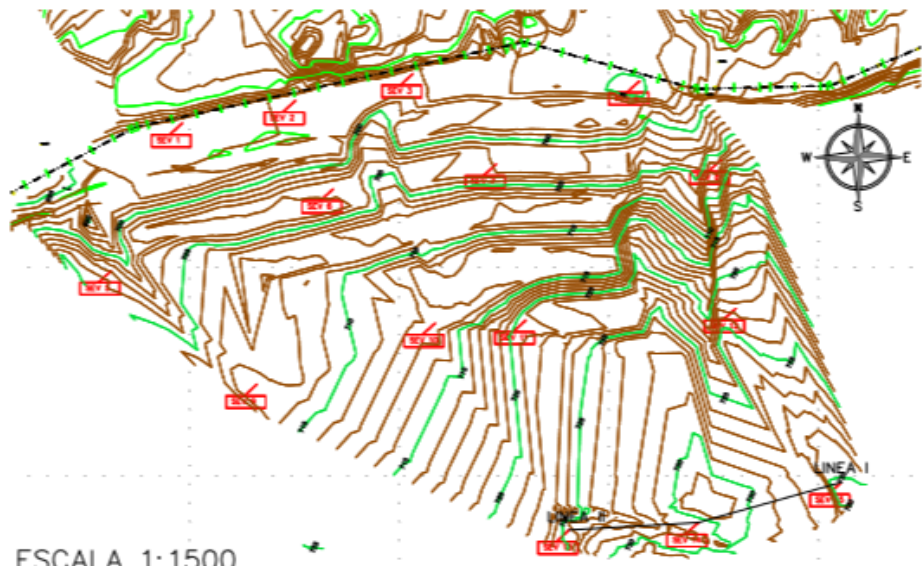
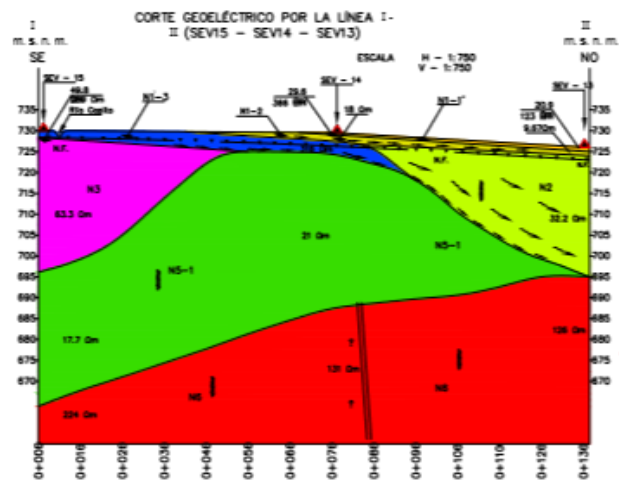
					cuarcita.
SEV-04	1	11.7	0.5	0	Limo arcilloso húmedo.
	1'	371	0.611	0.5	Suelo limo arcilloso húmedo con clastos.
	1-2	5.97	2.88	1.11	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	132	4.79	3.99	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	5-1	11.2	24.3	8.78	Esquisto grafitico con mineralizaciones de cuarzo.
	6	257	>15	33.1	Roca de base, cuarcita.
SEV-05	1-2	873	0.5	0	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	433	1.38	0.5	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	62.5	18.1	1.88	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	4	12.5	30	20	Esquisto grafitico medianamente alterado.
	6	92.8	>15	50	Roca de base, cuarcita.
SEV-06	1-3	85	2.1	0	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	34.7	12.2	2.1	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	4	11	15.9	14.3	Esquisto grafitico medianamente alterado.
	6	257	>15	30.2	Roca de base, cuarcita.
SEV-07	1-3	30	1.33	0	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	5.87	9.84	1.33	Coluvial con bloques en matriz

					limo arenoso saturado.
	5-1	25.5	31	11.2	Esquisto grafitico con mineralizaciones de cuarzo.
	6	83.5	>15	42.2	Roca de base, cuarcita.
SEV-08	1-3	38.4	2.02	0	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	10	1.38	2.02	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	1-4	360	3.51	3.4	Esquisto sericitico muy alterado.
	3	10.5	12.9	6.91	Esquisto sericitico medianamente alterado húmedo y saturado.
	5-1	45.8	18.8	19.9	Esquisto grafitico con mineralizaciones de cuarzo.
	6	257	>15	38.6	Roca de base, cuarcita.
SEV-09	1-2 1-3	1699	1.2	0	Suelo limo arenoso húmedo y Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	98.2	20.9	1.2	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	5-1	10.2	28.2	20.2	Esquisto grafitico con mineralizaciones de cuarzo.
	6	246	>15	48.4	Roca de base, cuarcita.
SEV-10	1-2	123	1.81	0	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	16.7	1.37	1.81	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	116	3.49	3.17	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso

					saturado.
	5-1	9.76	19	6.67	Esquisto grafitico con mineralizaciones de cuarzo.
	6	298	>15	25.6	Roca de base, cuarcita.
SEV-11	1-2	143	0.825	0	Suelo limo arenoso húmedo.
	2	356	7.01	0.825	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	5-1	7.62	24.2	7.84	Esquisto grafitico con mineralizaciones de cuarzo.
	6	252	>15	32	Roca de base, cuarcita.
SEV-12	1-2	42	0.6	0	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-2	323	0.654	0.6	Suelo limo arenoso húmedo con aislados.
	2	59.7	4.62	1.25	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	3	28.6	18.4	5.87	Esquisto sericítico medianamente alterado húmedo y saturado.
	6	149	>15	24.3	Roca de base, cuarcita.
SEV-13	1	20.9	0.5	0	Suelo limo arenoso húmedo.
	1'	123	0.494	0.5	Suelo limo arenoso húmedo con clastos.
	1-2	9.67	0.606	0.994	Suelo limo arenoso húmedo.
	2	32.2	30.0	1.6	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	6	126	>15	31.6	Roca de base, cuarcita.
SEV-14	1	29.6	0.5	0	Suelo limo arenoso húmedo.
	1'	366	0.399	0.5	Suelo limo arenoso húmedo con clastos.

	1-2	18	0.966	0.899	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	316	3.42	1.86	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	5-1	21	36.3	5.29	Esquisto grafitico con mineralizaciones de cuarzo.
	6	131	>15	41.6	Roca de base, cuarcita.
SEV-15	1-3	49.8	0.6	0	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso húmedo.
	1-3	289	0.743	0.6	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso húmedo.
	3	63.3	32.3	1.34	Esquisto sericítico medianamente alterado húmedo y saturado.
	5-1	17.7	32.8	33.7	Esquisto grafitico con mineralizaciones de cuarzo.
	6	224	>15	66.5	Roca de base, cuarcita.

Elaborado por: Palacios, J (2015)

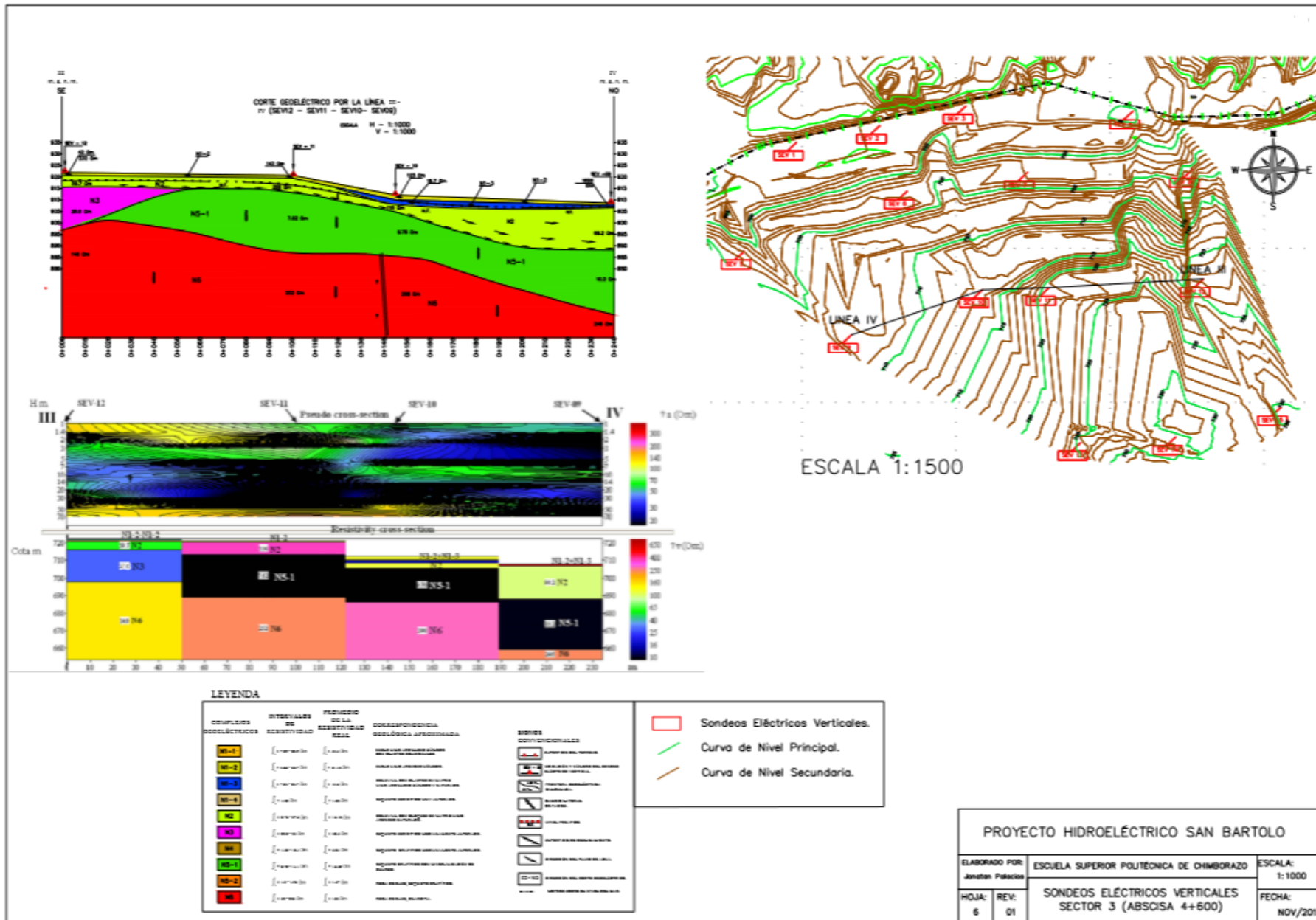


LEYENDA

CÓDIGOS GEOELÉCTRICOS	INTERVALOS DE RESISTIVIDAD	RANGOS DE LA RESISTIVIDAD REAL	DESCRIPCIÓN DE LA GEOLOGÍA APROXIMADA	SÍMBOLOS CONVENCIONALES
NS-1	[100-200]	[100-200]	ARENAS Y ARCILLAS	[Symbol]
NS-2	[200-500]	[200-500]	ARCILLAS Y ARCILLAS	[Symbol]
NS-3	[500-1000]	[500-1000]	ARCILLAS Y ARCILLAS	[Symbol]
NS-4	[1000-2000]	[1000-2000]	ARCILLAS Y ARCILLAS	[Symbol]
NS	[2000-5000]	[2000-5000]	ARCILLAS Y ARCILLAS	[Symbol]
NS-1	[5000-10000]	[5000-10000]	ARCILLAS Y ARCILLAS	[Symbol]
NS-2	[10000-20000]	[10000-20000]	ARCILLAS Y ARCILLAS	[Symbol]
NS	[20000-50000]	[20000-50000]	ARCILLAS Y ARCILLAS	[Symbol]

- [Red Box] Sondeos Eléctricos Verticales.
- [Green Line] Curva de Nivel Principal.
- [Brown Line] Curva de Nivel Secundaria.

PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLO		
ELABORADO POR: Janet Palacios	ESCUOLA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	ESCALA: 1:750
HOJA: 5	REV: 01	FECHA: NOV/2015
SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES SECTOR 3 (ABSCISA 4+600)		



Cuadro 9: Información de los sondeos eléctricos verticales (Abscisa 5+200).

NOMBRE DEL SITIO	SEV N°	ABERTURA AB (m)	COORDENADAS CONSTRUCCIÓN		COTA GPS m.s.n.m.
			ESTE	NORTE	
Conducción Abscisa 5+200	SEV-01	200	791682.856	9698284.052	694.229
	SEV-02	200	791706.974	9698285.539	690.412
	SEV-03	200	791723.903	9698287.260	690.591
	SEV-04	200	791739.317	9698294.982	690.342
	SEV-05	200	791678.711	9698259.092	704.138
	SEV-06	200	791705.951	9698261.222	699.415
	SEV-07	200	791752.508	9698262.323	698.533
	SEV-08	200	791673.616	9698236.531	709.363
	SEV-09	200	791725.601	9698232.020	704.198
	SEV-10	200	791749.542	9698229.352	708.975

Elaborado por: Palacios, J (2015)

En el Cuadro 9 se presentan los rangos de valores de resistividad verdadera, espesor de las capas, profundidad desde la superficie y posible correlación geológica para los sitios donde se realizaron los 10 SEVs.

Básicamente la litología donde se realizaron los sondeos eléctricos verticales está representada por suelos residuales húmedos y saturados, coluviales saturados y esquistos sericíticos, gráfiticos y cuarcitas con diferente grado de alteración pertenecientes posiblemente a la Formación Hollín y Napo deformadas y/o rocas metamórficas.

Cuadro 10: CORRESPONDENCIA GEOLÓGICA (Abscisa 5+200).

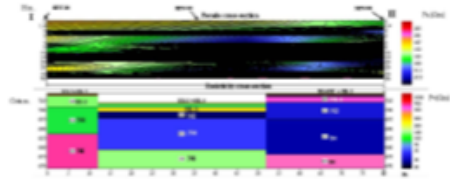
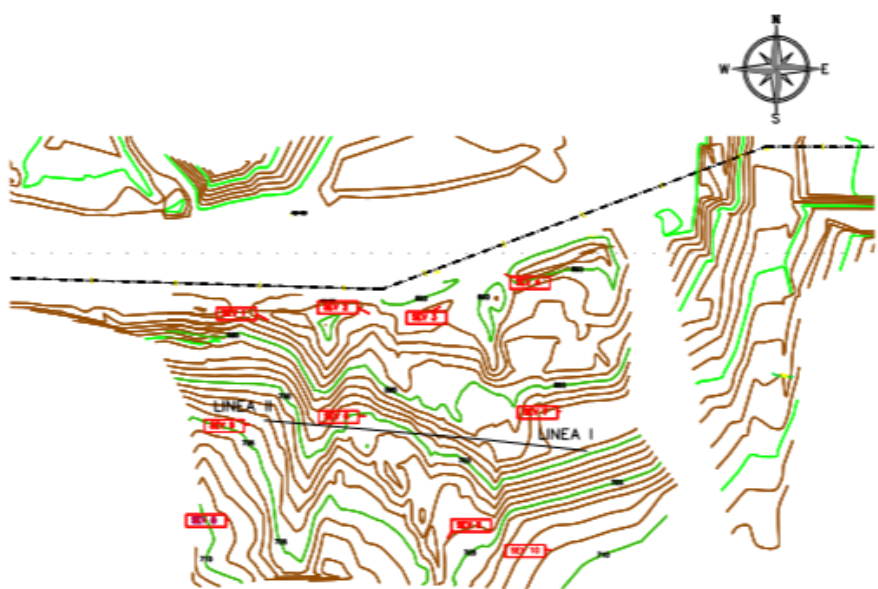
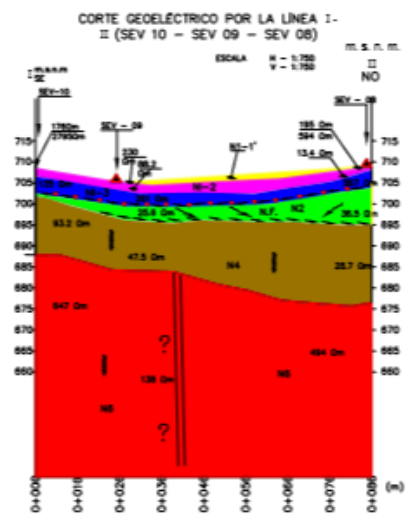
SEV	COMPLEJO ELÉCTRICO (N)	RANGO RESISTIVIDAD VERDADERA ρ_v (Ohm.m)	POTENCIA h(m.)	PROFUNDIDAD DESDE SUPERFICIE (m.)	POSIBLE CORRELACIÓN GEOLOGICA
SEV-01	1-1'	24.8	1.51	0	Suelo arcilloso con limo húmedo y clastos ocasionales.
	1-3	132	1.3	1.51	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	4.59	19.8	2.82	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	6	60.4	>15	22.6	Roca de base, cuarcita.
SEV-02	1-1'	44.9	1.3	0	Suelo arcilloso con limo húmedo y clastos ocasionales.
	1-2	6.18	0.658	1.3	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	73.6	2.33	1.96	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	8.95	17	4.29	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	6	64.3	>15	21.3	Roca de base, cuarcita.
SEV-03	1-1'	24.7	1.25	0	Suelo arcilloso con limo húmedo y clastos ocasionales.
	1-2	58.6	1.37	1.25	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	11.7	2.86	2.62	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	51.9	12.5	5.48	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	4	7.28	20.6	18	Esquisto gráfítico medianamente alterado.
	6	119	>15	38.6	Roca de base, cuarcita.

SEV-04	1-2	24.1	1.07	0	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	253	1.25	1.07	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	24.1	15.3	2.32	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	4	13	27	17.6	Esquisto gráfítico medianamente alterado.
	6	86.4	>15	44.6	Roca de base, cuarcita.
SEV-05	1-1'	275	1.21	0	Suelo Limoso húmedo arcilloso con clastos ocasionales.
	1-2	48.8	0.878	1.21	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	847	2.24	2.09	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	77.7	2.82	4.32	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	4	26.4	17.1	7.15	Esquisto gráfítico medianamente alterado.
	6	226	>15	24.2	Roca de base, cuarcita.
SEV-06	1-1'	276	1.43	0	Suelo Limoso húmedo arcilloso con clastos ocasionales.
	2	86.6	8.1	1.43	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	4	11.5	22.9	9.53	Esquisto gráfítico medianamente alterado.
	6	104	>15	32.4	Roca de base, cuarcita.
SEV-07	1-1'	37.9	0.5	0	Suelo Limoso húmedo arcilloso con clastos ocasionales.
	2	94.7	7.08	0.5	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.

	4	27.7	11.2	7.58	Esquisto gráfíco medianamente alterado.
	6	111	>15	18.8	Roca de base, cuarcita.
SEV-08	1	195	0.5	0	Suelo Límó arcilloso húmedo con clastos ocasionales.
	1'	594	0.323	0.5	Suelo Límó arcilloso húmedo con clastos ocasionales.
	1-2	13.4	0.926	0.823	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	567	3.07	1.75	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	36.5	9.17	4.82	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	4	28.7	18.8	14	Esquisto gráfíco medianamente alterado.
	6	494	>15	32.8	Roca de base, cuarcita.
SEV-09	1-1'	230	0.5	0	Suelo Límó arcilloso húmedo con clastos ocasionales.
	1-2	88.2	1.97	0.5	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	261	2.3	2.47	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.
	2	25.6	3.73	4.77	Coluvial con bloques en matriz limo arenoso saturado.
	4	47.5	16.7	8.51	Esquisto gráfíco medianamente alterado.
	6	138	>15	25.2	Roca de base, cuarcita.
SEV-10	1-2	176	0.5	0	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-2	2795	0.512	0.5	Suelo limo arenoso húmedo.
	1-3	135	6.22	1.01	Coluvial con clastos en matriz limo arcilloso saturado.

4	93.2	14.6	7.23	Esquisto gráfítico medianamente alterado.
6	647	>15	21.8	Roca de base, cuarcita.

Elaborado por: Palacios, J (2015)



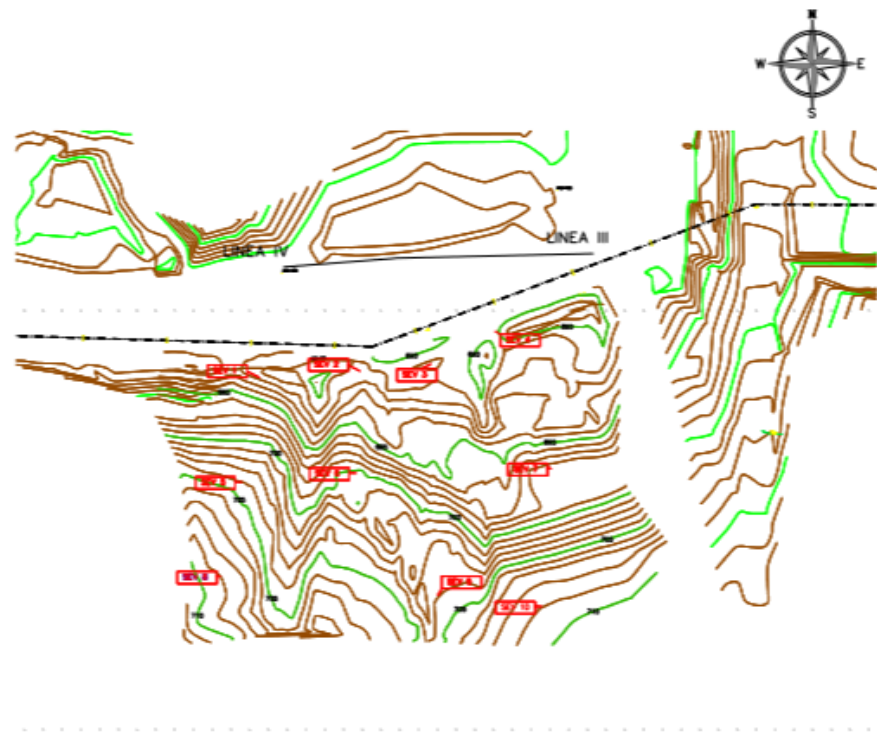
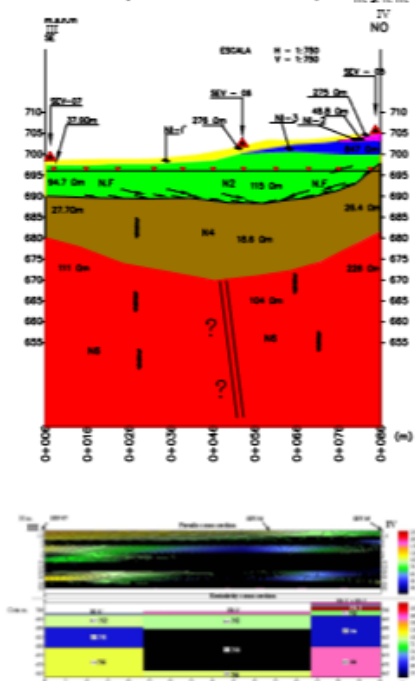
LEYENDA

COMPLEJO GEOELECTRICO	INTERVALOS DE RESISTIVIDAD	PROFUNDIDAD DE LA RESISTIVIDAD REAL	CORRESPONDENCIA GEOLOGICA APROXIMADA	SONDOS CONVENCIONALES
SEV-1	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-10
SEV-2	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-09
SEV-3	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-08
SEV-4	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-07
SEV-5	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-06
SEV-6	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-05
SEV-7	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-04
SEV-8	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-03
SEV-9	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-02
SEV-10	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-01
SEV-11	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-00
SEV-12	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-11
SEV-13	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-12
SEV-14	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-13
SEV-15	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-14
SEV-16	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-15
SEV-17	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-16
SEV-18	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-17
SEV-19	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-18
SEV-20	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-19
SEV-21	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-20
SEV-22	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-21
SEV-23	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-22
SEV-24	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-23
SEV-25	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-24
SEV-26	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-25
SEV-27	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-26
SEV-28	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-27
SEV-29	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-28
SEV-30	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-29
SEV-31	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-30
SEV-32	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-31
SEV-33	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-32
SEV-34	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-33
SEV-35	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-34
SEV-36	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-35
SEV-37	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-36
SEV-38	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-37
SEV-39	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-38
SEV-40	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-39
SEV-41	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-40
SEV-42	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-41
SEV-43	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-42
SEV-44	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-43
SEV-45	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-44
SEV-46	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-45
SEV-47	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-46
SEV-48	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-47
SEV-49	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-48
SEV-50	[1-1000 Ohm]	[1-100m]	ARENAS Y ARCILLAS GRANES	SEV-49

- Sondeos Eléctricos Verticales.
- Curva de Nivel Principal.
- Curva de Nivel Secundaria.

PROYECTO HIDROELECTRICO SAN BARTOLO		
ELABORADO POR: Jonathan Patecios	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	ESCALA: 1: 750
HOJA: 7	REV: 01	SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES SECTOR 4 (ABSCISA 5+200) FECHA: NOV/2015

CORTE GEOELECTRICO POR LA LINEA III-
IV (SEV 07 - SEV 06 - SEV05)



LEYENDA

COMPLEJO GEOELECTRICO	INTERVALOS DE RESISTIVIDAD	PROFUNDIDAD DE LA RESISTIVIDAD REAL	CONFERENCIAS GEOLOGICA OPERACIONAL	SIEMBRO CONVENICIONALES
SEV-1	[1-1000] Ohm m	[0-10] m	AREA CON RESISTIVIDAD ALTA	PROFUNDIDAD DEL TUBO
SEV-2	[1-1000] Ohm m	[10-20] m	AREA CON RESISTIVIDAD ALTA	PROFUNDIDAD DEL TUBO
SEV-3	[1-1000] Ohm m	[20-30] m	AREA CON RESISTIVIDAD ALTA	PROFUNDIDAD DEL TUBO
SEV-4	[1-1000] Ohm m	[30-40] m	AREA CON RESISTIVIDAD ALTA	PROFUNDIDAD DEL TUBO
SEV-5	[1-1000] Ohm m	[40-50] m	AREA CON RESISTIVIDAD ALTA	PROFUNDIDAD DEL TUBO
SEV-6	[1-1000] Ohm m	[50-60] m	AREA CON RESISTIVIDAD ALTA	PROFUNDIDAD DEL TUBO
SEV-7	[1-1000] Ohm m	[60-70] m	AREA CON RESISTIVIDAD ALTA	PROFUNDIDAD DEL TUBO
SEV-8	[1-1000] Ohm m	[70-80] m	AREA CON RESISTIVIDAD ALTA	PROFUNDIDAD DEL TUBO
SEV-9	[1-1000] Ohm m	[80-90] m	AREA CON RESISTIVIDAD ALTA	PROFUNDIDAD DEL TUBO
SEV-10	[1-1000] Ohm m	[90-100] m	AREA CON RESISTIVIDAD ALTA	PROFUNDIDAD DEL TUBO

- Sondeos Eléctricos Verticales.
- Curva de Nivel Principal.
- Curva de Nivel Secundaria.

PROYECTO HIDROELECTRICO SAN BARTOLO		
ELABORADO POR: Jonathan Patecua	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	ESCALA: 1: 750
HOJA: 8	REV: 01	FECHA: NOV/2015
SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES SECTOR 4 (ABSCISA 5+200)		

B. Sondeos geotécnicos.

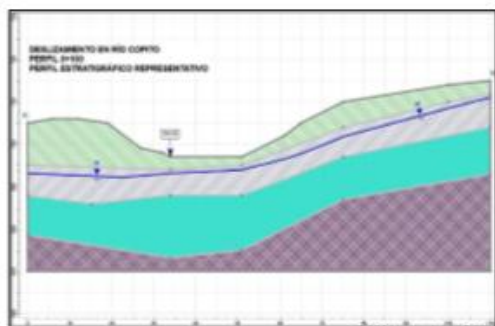
En el presente estudio la Empresa TERRAHIDRO S.A realizó tres (3) sondeos por medio de los cuales se verificó los resultados antes obtenidos por los Sondeos Eléctricos Verticales. Estos alcanzaron hasta 25 m de profundidad, La ubicación de los sondeos se realizó durante una visita técnica de campo, en la cual participó personal técnico de HSB y del constructor del proyecto hidroeléctrico.

Se había planificado efectuar tres (3) sondeos de hasta 35m. Debido a que se detectó la roca fracturada en profundidades menores a las estimadas, se detuvo el avance de los sondeos, pues se estima los deslizamientos de los sitios, se están produciendo en los primeros estratos y no alcanza el estrato del esquisto fracturado que se ubica en profundidad.

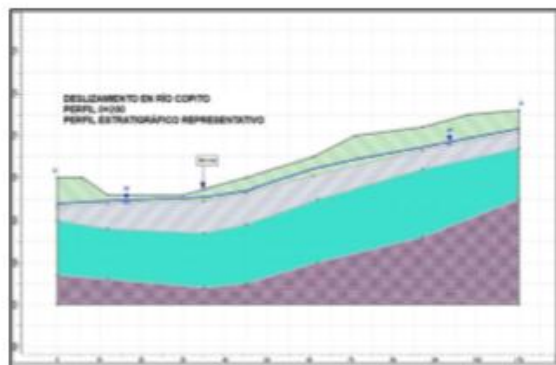
Cuadro 11: Coordenadas de los sondeos.

# POZO	COORDENADA	
	NORTE	ESTE
BH-3	9698349.509	790871.398
BH-4	9698375.747	790975.217
BH-5	9698390.460	791073.634

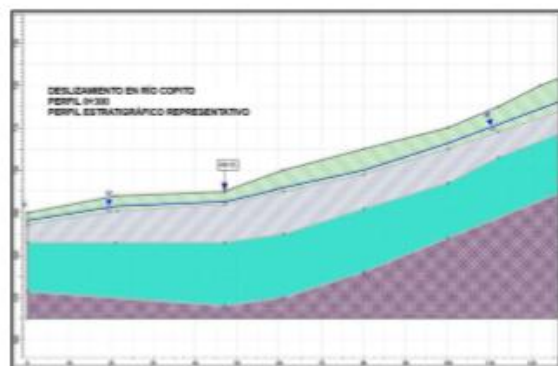
Elaborado por: Palacios, J (2015)



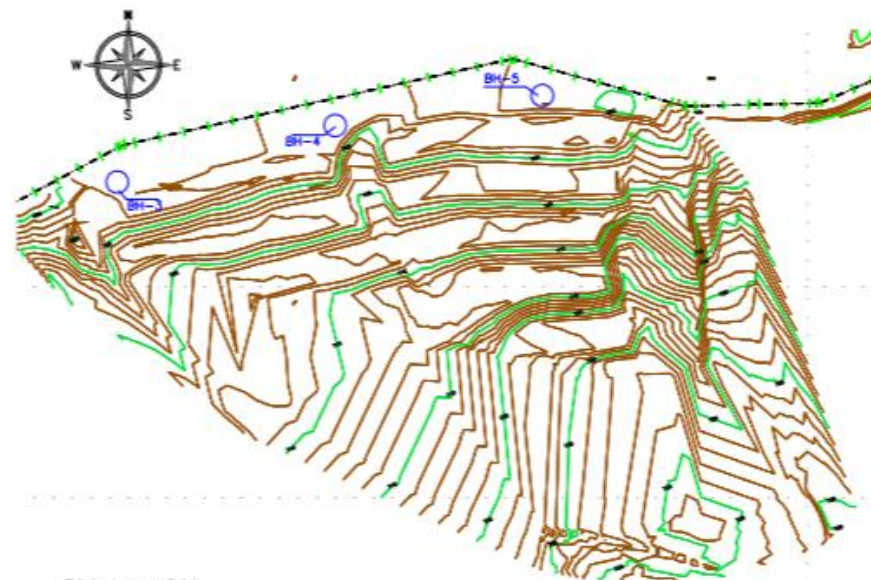
ESCALA 1:750



ESCALA 1:750



ESCALA 1:750

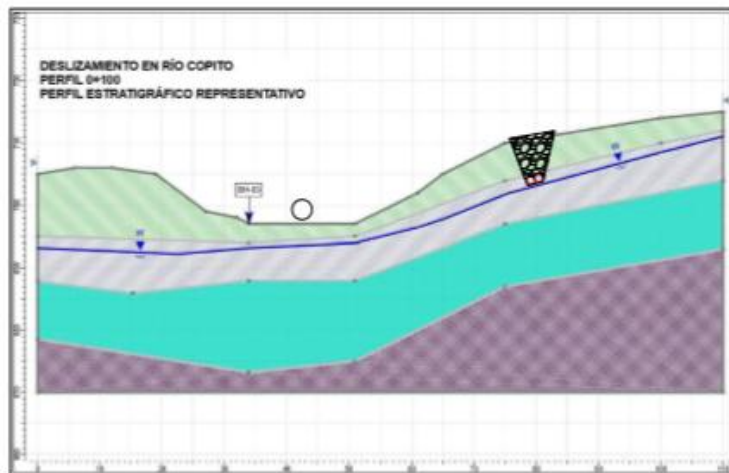


ESCALA 1:500

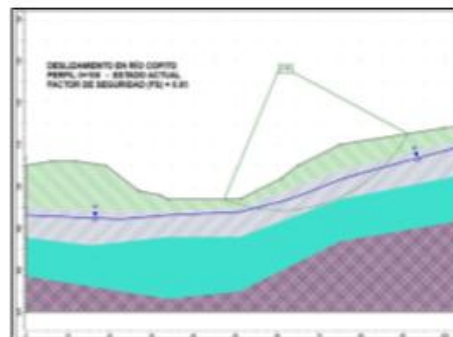
LEYENDA

- Coluvial.
- Esquisto Residual.
- Grafito Alterado.
- Esquisto Grafitico.
- Sondeos Geotécnicos.
- Curva de Nivel Principal.
- Curva de Nivel Secundaria.

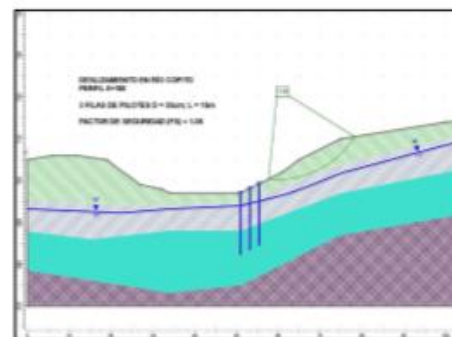
PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLO			
ELABORADO POR: Jonathan Palacios		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	ESCALA: INDICADA
HOJA: 9	REV: 01	SONDEOS GEOTÉCNICOS (ABSCISA 4+600) PERFILES ESTRATIGRAFICOS.	FECHA: NOV/2015



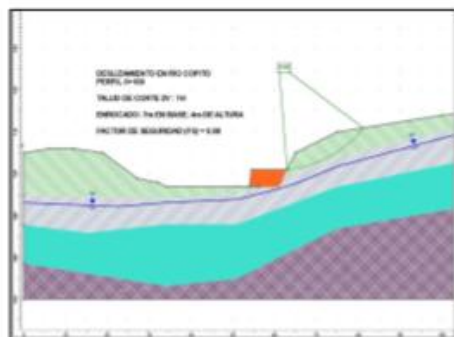
Escala: 1:500



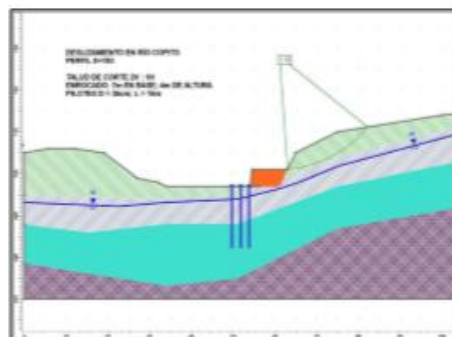
Escala: 1:750



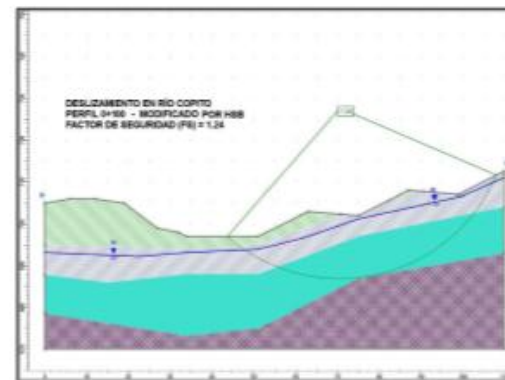
Escala: 1:750



Escala: 1:750



Escala: 1:750

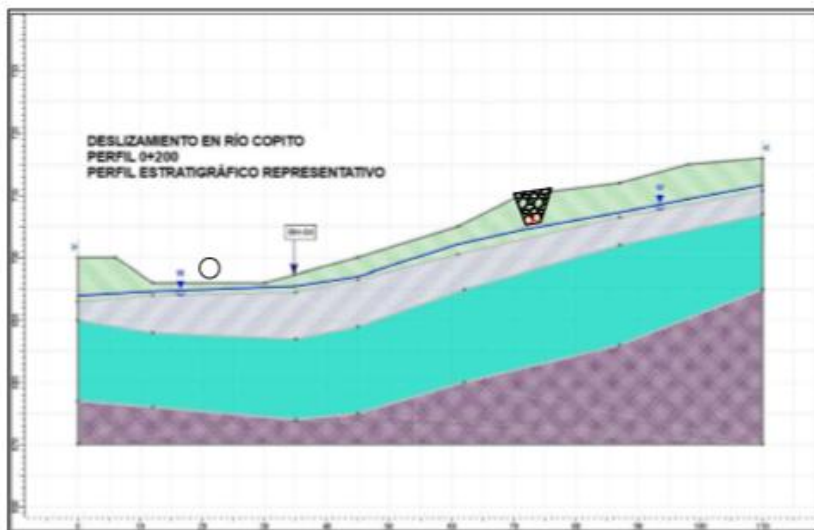


Escala: 1:750

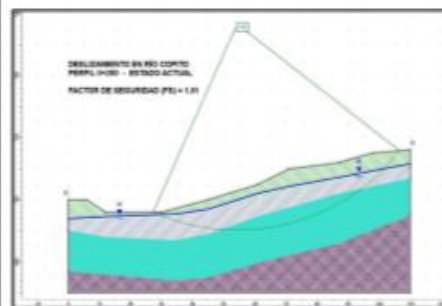
LEYENDA

- Coluvial.
- Esquisto Residual.
- Grafito Alterado.
- Esquisto Gráfico.
- Enrocado.
- Sistema de Dren Frances.
- Tubería de Conducción.
- Nivel Freático.

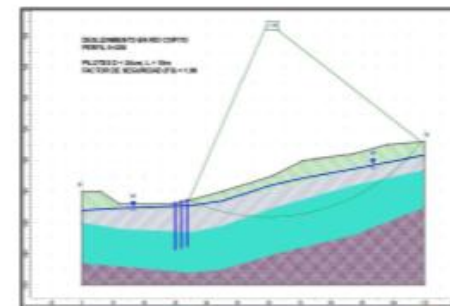
PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLO			
ELABORADO POR: Janet Palacios		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	ESCALA: INDICADA
HUJA: 10	REV: 01	SONDEO GEOTÉCNICO (BH-3) SIMULACIONES FACTOR DE SEGURIDAD.	
			FEDHA: NOV/2015



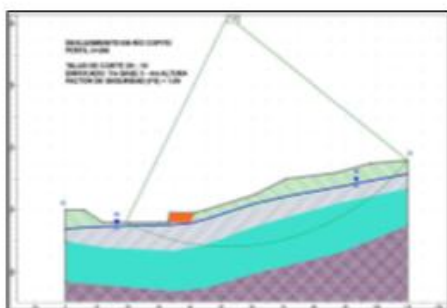
Escala: 1:500



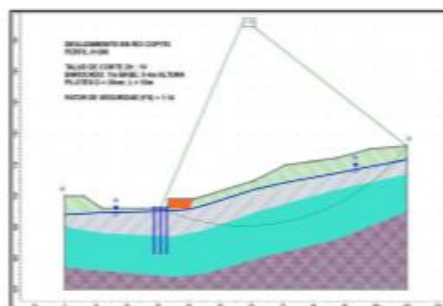
Escala: 1:1000



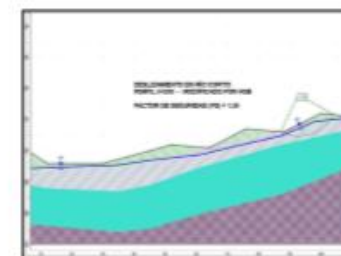
Escala: 1:1000



Escala: 1:1000



Escala: 1:1000

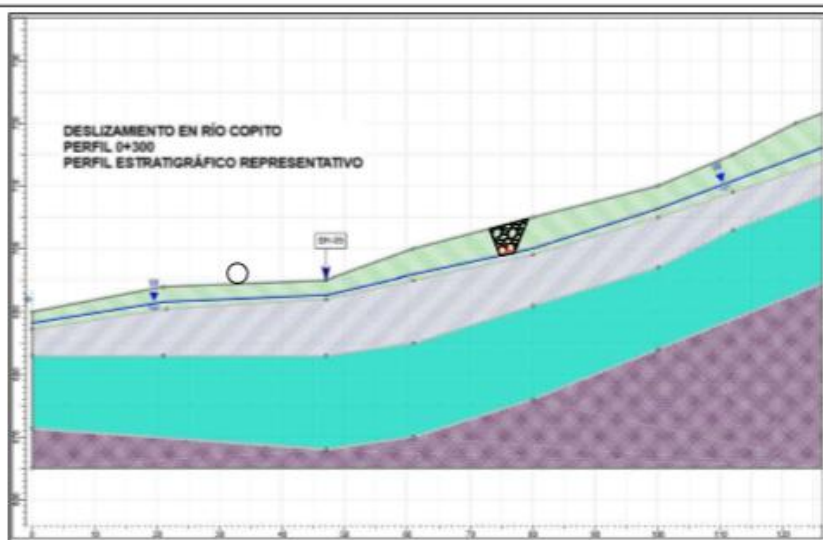


Escala: 1:1000

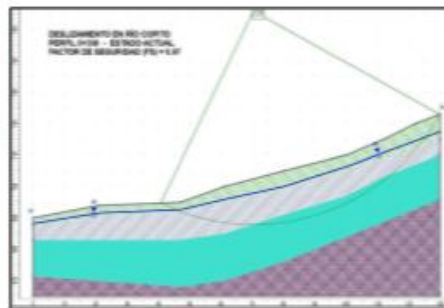
LEYENDA

- Coluvial.
- Esquisto Residual.
- Grafito Alterado.
- Esquisto Grafitico.
- Enrocado.
- Sistema de Dren Frances.
- Tubería de Conducción.
- Nivel Freático.

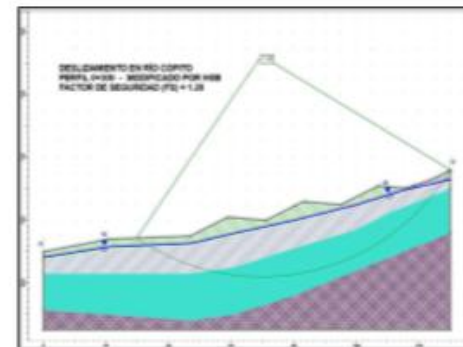
PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLO			
ELABORADO POR: Jonathan Palacios		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	ESCALA: INDICADA
HOJA: 11	REV: 01	SONDEO GEOTÉCNICO (BH-4) SIMULACIONES FACTOR DE SEGURIDAD.	
			FECHA: NOV/2015



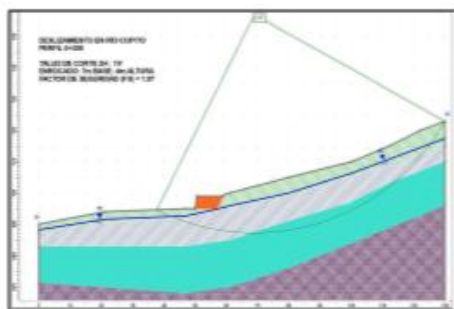
Escala: 1:500



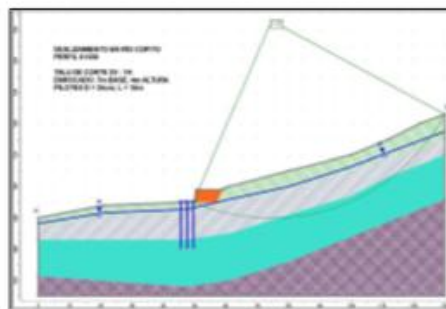
Escala: 1:1000



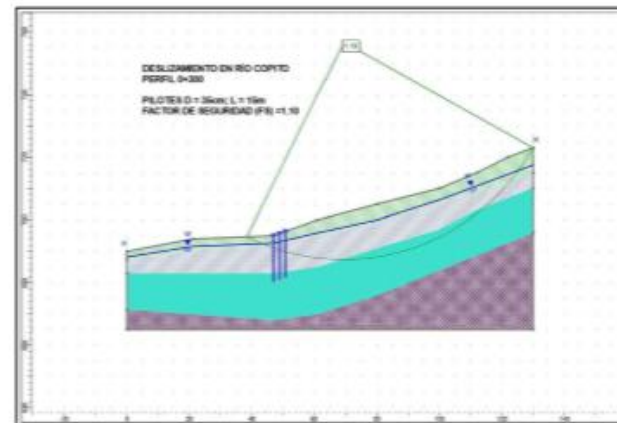
Escala: 1:1000



Escala: 1:1000



Escala: 1:1000



Escala: 1:1000

LEYENDA

- Coluvial.
- Esquisto Residual.
- Grafito Alterado.
- Esquisto Graffítico.
- E Embocado.
- Sistema de Dren Frances.
- Tubería de Conducción.
- Nivel Freático.

PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLO			
ELABORADO POR Janet Palacios		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	ESCALA: INDICADA
HOJA: 12	REV: 01	SONDEO GEOTÉCNICO (BH-5) SIMULACIONES FACTOR DE SEGURIDAD.	
			FECHA: NOV/2015

1. Ubicación de los sondeos en el km 4+600 (río copito)

Este sector contempla una zona que, en el frente del derecho de vía de la conducción, tiene una longitud de aproximadamente 450 m, y se ubica en la zona alta (Sur) de la pista. Hacia la parte superior o Sur de este frente del derecho de vía, en una longitud aproximada de 1.30 km está afectado por una serie de deslizamientos antiguos que se presentan activos.

HSB y el Constructor del proyecto hidroeléctrico, realizaron la construcción de un sistema de drenajes superficiales muy intenso, que parte de la parte superior del sector de la población San Bartolo y alcanzan el derecho de vía de la conducción.

Los primeros resultados visibles de estos trabajos de construcción del sistema de drenaje, manifiestan una clara tendencia hacia la disminución de la magnitud de los movimientos de terrenos. Esto se constata en la parte superior y media de la longitud total. En cambio, hacia la parte inferior, la construcción del sistema de drenaje superficial aún no evidencia resultados de una disminución del proceso de deslizamiento, lo cual afecta el proceso constructivo de la preparación de la zanja para la conducción, y causa un impacto en el cronograma de instalación de la tubería metálica. Por tal motivo, y en el afán de buscar una alternativa de estabilización adicional a los sistemas de drenaje, se programó efectuar tres sondeos.

La información de los sondeos ha permitido establecer el siguiente perfil estratigráfico:

1. En un espesor medio de 2.50 m, se detecta un coluvial en una matriz limo-arenosa de color gris amarillento, la presencia del nivel freático entre -2 y -2.50 m del nivel del terreno, el cual es variable hacia la parte superior del sitio.
2. Subyaciendo el estrato del coluvial en un espesor entre 5 a 6 m, se detecta un suelo residual cuyo origen es del esquisto gráfítico. Se lo identifica por la coloración gris oscura muy intensa. Se presenta con una consistencia blanda, variando a una consistencia semi-blanda en profundidad. Se encuentra muy saturado.

3. Bajo el suelo residual, se detecta el esquisto grafitico alterado e intensamente fracturado, con presencia de mineralizaciones de calcopirita y pirita, así como vetas de cuarzo lechoso – blanquecino. El espesor medio del esquisto grafitico alterado e intensamente fracturado, oscila entre 12 y 13 m.

4. Bajo el esquisto grafitico fracturado, se detecta el mismo esquisto con un nivel menor de fracturación, razón por la cual se detuvo el sondeo entre 23 y 26 m de profundidad (según el sondeo). Se estima que el deslizamiento del sitio se está produciendo en los primeros dos estratos y no alcanza el estrato del esquisto fracturado.

En los gráficos siguientes se resumen los perfiles estratigráficos de este lugar, en las abscisas 0+100, 0+200 y 0+300. Las abscisas señaladas están referenciadas a la información proporcionada por HSB, y corresponde aproximadamente a las abscisas del proyecto: 4+470, 4+570 y 4+670, respectivamente.

Estratos identificados:

- El color verde, corresponde al coluvial.
- Subyaciendo se tiene el suelo residual.
- Más hacia el interior se tiene el esquisto grafitico alterado e intensamente fracturado.
- Hacia la base se tiene el esquisto grafitico menos fracturado.

VI. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

A. Correlación de sondeos abscisa 4+600 “Río Copito”

Para este sitio, se tiene como referencia los tres sondeos geotécnicos realizados, correlacionados con la información de la tomografía geoelectrica.

Se efectuaron los análisis de estabilidad a la fecha actual, en las abscisas descritas:

0+100 (4+470), 0+200 (4+570) y 0+300 (4+670).

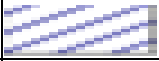

El análisis de estabilidad del talud arroja los siguientes Factores de Seguridad (FS) para cada abscisa analizada:

1. 0+100 (4+470): FS = 0.95;
2. 0+200 (4+570): FS = 1.01;
3. 0+300 (4+670): FS = 0.97.

De conformidad con los resultados obtenidos se establece que la zona inferior del Río Copito, junto al derecho de vía de la pista, está inestable, lo cual es corroborado por las mediciones de desplazamientos que tiene HSB.

1. Talud 0+100





Cuadro 12: Características geomecánicas talud 0+100 (4+470).

Nombre del Material	Color	Peso Unitario	Cohesión	Ángulo de fricción
		KN/m ³	KPa	Grados
Coluvial		18	15	7
Esquisto residual		21	10	8
Grafito alterado		20	25	5
Esquisto grafitico		22	75	28

Fuente: TERRA HIDRO (2015)

2. Talud 0+200





Cuadro 13: Características geomecánicas talud 0+200 (4+570).

Nombre del Material	Color	Peso Unitario	Cohesión	Ángulo de fricción
		KN/m3	KPa	Grados
Coluvial		19	14	8
Esquisto residual		21	10	8
Grafito alterado		21	24	6
Esquisto grafitico		22	74	30

Fuente: TERRA HIDRO (2015)

3. Talud 0+300

Cuadro 14: Características geomecánicas talud 0+300

Nombre del Material	Color	Peso Unitario	Cohesión	Ángulo de fricción
		KN/m3	KPa	Grados
Coluvial		17	16	9
Esquisto residual		21	11	7
Grafito alterado		18	26	5
Esquisto grafitico		21	78	29

Fuente: TERRA HIDRO (2015)

B. Posibles acciones a seguir

Los resultados de los sondeos geotécnicos y su aplicación en el análisis de estabilidad de los taludes del sitio “Río Copito”, con los resultados de los Sondeos Eléctricos Verticales, permiten asegurar que los movimientos de terrenos que han sido detectados, medidos y estudiados, no están relacionados con la construcción de las obras que HIDROSANBARTOLO S.A. se encuentra ejecutando. En especial, los movimientos de terrenos no están relacionados con la construcción de la pista para la

instalación de la tubería ni con la construcción de los caminos de acceso hacia las obras de captación y casa de máquinas.

Los movimientos de terrenos son fundamentalmente causados por la pre-existencia de suelos coluviales saturados y por la alteración del esquisto grafitico que se comporta como un suelo residual cohesivo y en menor medida del esquisto grafitico alterado y muy fracturado.

Es importante considerar que los planteamientos de solución que se emiten a continuación, son medidas posibles de ejecución para intentar mitigar los deslizamientos que están afectando al derecho de vía en los lugares estudiados.

Se analizó cinco posibles acciones a seguir, como se describe a continuación, que son aplicables al sitio “Río Copito”.

- 1. Hinca de pilotes metálicos tubulares**, de 35 cm de diámetro y 15 m de longitud. Los pilotes se hincarán al pie del talud actual, tres en dirección hacia la zona superior, como se observa en el gráfico siguiente. En el trasdós del primer pilote superior, se instalará una tablestaca metálica de 12 m de longitud (8 mm de espesor). La hinca de estos pilotes y la tablestaca metálica, en esta alternativa no considera realizar la excavación del talud ni la instalación de un enrocado. Únicamente la hinca de las tres filas de pilotes. La separación de los pilotes será cada 2 m en los dos sentidos.
- 2. Excavación de 10 m de ancho del talud**, en una altura media entre 4 a 6 m (depende de la topografía), más la instalación de un Enrocado de 7 m de longitud y 4 m de altura.
- 3. Excavación de 10 m de ancho del talud**, en una altura media entre 4 a 6 m, **más la instalación de un enrocado** de 7 m de longitud y 4 m de altura y más la hinca de tres filas de Pilotes Metálicos Tubulares de 35 cm de diámetro y 15 m de longitud, instalados al pie del enrocado, más la tablestaca metálica. La separación de los pilotes será cada 2 m en los dos sentidos.

4. **Excavación en el modelo planteado por HSB**, de hasta 40 m de altura y 130 m dentro de la ladera. Talud 2H: 1V.
5. **Instalación de dren francés**, este debe ser ubicado en sentido paralelo a la tubería de conducción y antes de la misma a una profundidad igual al nivel freático con relleno de rocas y forrado por geotextil, con el objetivo de recolectar toda agua de escorrentía y subterránea que transite por esos sectores, conduciéndola hasta la alcantarilla más cercana.

Para las cuatro primeras alternativas se realizó el análisis de estabilidad de los taludes, y se obtuvo las siguientes magnitudes del Factor de Seguridad (FS).

- Hinca de pilotes metálicos tubulares y tablestaca metálica:

0+100: FS = 1.05

0+200: FS = 1.08

0+300: FS = 1.10

- Excavación y enrocado:

0+100: FS = 0.98

0+200: FS = 1.09

0+300: FS = 1.07

- Excavación, enrocado e hinca de pilotes metálicos tubulares:

0+100: FS = 1.12

0+200: FS = 1.14

0+300: FS = 1.12

➤ Excavación en el modelo de HSB:

0+100: FS = 1.24

0+200: FS = 1.20

0+300: FS = 1.28

De los resultados antes definidos, se observa que en cualquiera de las tres posibilidades descritas, el FS es muy cercano a la unidad, es decir no se puede establecer que se van a detener los deslizamientos. En el modelo planteado por HSB, si bien el movimiento de tierras es significativo, en cambio el FS establecido, en promedio es cercano a 1.20, que es superior a las tres alternativas antes planteadas. Es decir que este último planteamiento, establece mejores condiciones de estabilidad en el tramo del río Copito.

En el desarrollo de los sondeos geotécnicos, se estableció que se analizará posibilidades de solución que permitan la instalación de la tubería en la zanja, pero minimizando el riesgo de afectación a la conducción, debido fundamentalmente al empuje que el suelo deslizado podría actuar sobre la tubería.

Bajo ese escenario, se había planteado realizar la excavación y enrocado en un frente excavado de 10 m de ancho hacia la ladera. Por los resultados obtenidos, esta alternativa es la que menor valor del Factor de Seguridad se obtiene. El modelo planteado por HSB, que incluye una excavación de hasta 130 m del borde de la actual pista, en caso de presencia de deslizamientos, permitiría efectuar la limpieza del deslizamiento antes que alcance a la tubería, ya que la mejor opción sería dejarla al descubierto y no tapada como se decidió en la etapa de ingeniería.

El otro escenario posible, es la hincada de pilotes tubulares metálicos de 35 cm de diámetro y 15 m de profundidad y de una fila de tablestaca metálica de 12 m de longitud y 8 mm de espesor. Esta alternativa define un Factor de Seguridad más elevado que el escenario anterior, pero su magnitud no es cercano al valor de FS = 1.50 que determina una estabilidad a largo plazo.

VII. CONCLUSIONES

- A. La causa principal de los deslizamientos en las áreas de estudio se debe a la baja capacidad portante de los suelos por la sobre saturación de los mismos, dándose el efecto de desplazamiento.
- B. Por medio de los métodos Geofísicos se detectó la presencia de aguas subterráneas a distintas profundidades, las cuales se deben drenar por medio de pozos hasta que se determine que se han estabilizado los desplazamientos.
- C. Los resultados de las alternativas analizadas identifican el estado de inestabilidad que tiene los sectores en estudio. Se deberá seleccionar la más idónea, aquella que se acerque al factor de seguridad (1.5) que indica estabilidad.
- D. Por el empuje del terreno la tubería de conducción en estos sectores debería ir descubierta, evitando de esta forma deformaciones, abolladuras en la tubería, para que no se comprometa la generación eléctrica.
- E. En todas las posibilidades analizadas el Factor de Seguridad es menor a 1.5, esto quiere decir que empleando estos métodos no se detendrán los deslizamientos, simplemente se reduciría la velocidad de empuje.
- F. Los métodos geofísicos eléctricos de resistividad son empleados inicialmente para tener un diagnóstico de las características de saturación de agua.
- G. Los métodos geotécnicos son las perforaciones con recuperación de testigo, se los realiza en base del diagnóstico de susceptibilidad de los geofísicos.
- H. La tomografía eléctrica da relación de todos los datos obtenidos en los estudios geofísicos.

VIII. RECOMENDACIONES

- A. Realizar un procedimiento en el cual disponga el control y la limpieza permanente de los deslizamientos, para evitar que estos causen efectos negativos a la tubería de conducción.
- B. Construir sistemas de drenaje en todos los sectores en los cuales se identifica la presencia de humedales, pantanos, y realizar la limpieza y mantenimiento continuo del sistema de drenaje, de manera que se minimice la acumulación e infiltración del agua.
- C. Seguir con el monitoreo de los puntos instalados en la parte superior de la tubería de conducción, de manera que se pueda tomar alguna acción correctiva, si es necesario (Ver anexo C).
- D. Proceder con los programas de monitoreo, limpieza y mantenimiento permanentemente.
- E. Realizar pozos de subdrenaje freático tomando en cuenta la profundidad, zona de saturación y posible presencia de acuíferos obtenida mediante la realización de la Tomografía geoelectrica con el fin de evacuar el agua, permitiendo de esta forma la consolidación de los materiales que conforman el terreno.
- F. Instalar sensores sobre la tubería descubierta para controlar su dinamismo y poder tomar acciones correctivas.
- G. Realizar zanjas en sentido paralelo a la tubería de conducción para instalar el dren francés con el objetivo de recolectar toda agua de escorrentía y subterránea, evitando la sobre saturación del suelo.

IX. RESUMEN

La presente investigación propone: realizar estudios geológicos para determinar las causas de los deslizamientos junto a la tubería de conducción en el “proyecto hidroeléctrico San Bartolo”, ubicado en la parroquia de Copal, cantón Santiago de Méndez, provincia de Morona Santiago, sector San Bartolo; Se utilizó investigación documental correspondiente a recopilación y análisis de documentación bibliográfica tales como: mapas, datos, libros, levantamiento geológico, levantamiento topográfico, seguida de la investigación de campo que consta de: Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) cuyo método permite comprender la estructura del subsuelo de forma indirecta, en función de la resistividad eléctrica, además de Sondeos Geotécnicos los cuales se realizaron con el objeto de verificar los resultados obtenidos por los sondeos eléctricos verticales, alcanzando un total de 25 metros de profundidad. Una vez obtenido los resultados se identificaron cuatro tipos de correlaciones geológicas, las cuales corresponden a coluvial, esquisto residual, grafito alterado y esquisto grafitico. En el desarrollo de los sondeos geotécnicos, se estableció que se analizará posibilidades de solución que permitan la instalación de la tubería en la zanja pero minimizando el riesgo de afectación a la conducción, debido fundamentalmente al empuje que el suelo deslizado podría actuar sobre la tubería. Mediante el análisis de estabilidad de los taludes arroja factores de seguridad cercanos a la unidad, lo que establece que el talud se está deslizando teniendo en cuenta, según la literatura técnica internacional establece que un talud es estable cuando el factor de seguridad (FS) es igual o superior a (1.50) encontrándose de esta forma en un estado estático, esta información es verificada mediante el control topográfico de la tubería de conducción.

Palabras claves: Estudios Geológicos – Deslizamientos – Tubería de Conducción – Sondeos Eléctricos Verticales – Sondeos Geotécnicos – Factor de Seguridad.

Por: Jonatan Palacios Jurado.



X. ABSTRACT

This research aims to: carry out geological studies to determine the causes of landslides next to the pipe line in the “hydroelectric project San Bartolo”, located in the parish of Copal, Santiago de Mendez Canton, province of Morona Santiago, San Bartolo area. Relevant documentary research was used to collect and analyze documentation bibliographic such as maps, data, books, geological survey, rising topographical, followed by field research consisting of: Vertical Electrical Soundings (VES) the method for understanding the structure of subsoil indirectly, depending on the electrical resistivity, along with geotechnical surveys which were conducted with the aim of verifying the results obtained by vertical electrical sounding, reaching a total of 25 meters deep.

After obtaining the results of identified four types of geological correlations, which correspond to colluvial, residual shale altered to graphite and graphitic schist. In developing the geotechnical surveys established that possible solutions that allow the installation of the pipe in the trench while minimizing the risk of impairment to driving, mainly due to the soil slipped push could act on the pipe it will be analyzed. By analyzing slope stability factors sheds near the security unit, which provides that the slope is stable when the safety factor (SF) or more (1.50) was found in this way in a static state, this information is verified by the topographic control each of the pipelines.

Keywords: Geological Survey – Landslides – Pipe Line – Vertical Electrical Soundings – Geotechnical – Surveys – Safety Factor.



XI. BIBLIOGRAFÍA

- Albáñez, J. J. (2008). *Movimientos de tierra en flujo: Soliflucción y reptación*. Obtenido de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/06/20/95172> Consultado el: 04 noviembre 2015.
- Asanza, M. (2012). *Geología, geofísica, geotécnica proyecto hidroeléctrico San Bartolo*. Santiago de Méndez: HSB.
- Auge, Dr. Miguel. (2008). *Métodos geoeléctricos para la prospección de agua subterránea*. Obtenido de <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/ProspeccGeoelec.pdf>. Consultado el: 22 noviembre 2015.
- Bacon, I. A. (1966). *Soil mechanics*. Boston: Tien Hsing Wv.
- Baldock, D. (1983). *Geología del Ecuador*. Quito: D.G.G.M.
- Clubensayos. (2013). *Geotécnica*. Obtenido de <https://www.clubensayos.com/Ciencia/Geotecnia/1341732.html> Consultado el: 04 noviembre 2015.
- Gregory P. (1975). *Mecánica de Suelos*. Madrid: Aguilar.
- Instituto Geográfico Militar. (1982). *Mapa Geológico del Ecuador*. Quito: Instituto Geográfico Militar.
- Instituto geológico y minero de España. (1987). *Manual de Taludes*. Madrid: IGME.
- James Nhuthin, J. W. (1998). *Drainage Engineering*. New York: Sons.
- Ministerio de educación. (1965). *Geología del Ecuador*. Quito: W,S.
- Sawer, W. (1965). *Geología del Ecuador*. Quito: Ministerio de educación.
- Tupak Obando. (2009). *Sondeos geotécnicos y calicatas*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf3/sondeos-geotecnicos-calicatas/sondeos-geotecnicos-calicatas.pdf>. Consultado el: 10 noviembre 2015.
- Wikidedia. (2014). *Sondeo geotécnico*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Sondeo_geot%C3%A9cnico Consultado el: 04 noviembre 2015.
- Wikipedia. (2015). *Estabilidad de taludes*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Estabilidad_de_taludes Consultado el: 10 noviembre 2015.
- Wikipedia. (2015). *Prospección geofísica*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Prospecci%C3%B3n_geof%C3%ADsica Consultado el: 04 noviembre 2015.

Wikipedia. (2015). *Coeficiente de seguridad*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_seguridad Consultado el: 10 noviembre 2015.

Wolf, T. (1976). *Geografía y geología del Ecuador*. Quito: Casa de la cultura ecuatoriana.

XII. ANEXOS

ANEXO A: Registro de los sondeos geotécnicos.

A-1: Sondeo BH-3



REGISTRO DE PERFORACIÓN

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO **COORDENADA:** **NORTE:** 9698349
LOCALIZACION: ABSCISA 4+600 **ESTE:** 790871
SONDEO: BH-3 **NIVEL FREÁTICO:** 2 m

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	POTENCIA REAL (m)	MODO DE PERFORACIÓN	PERFIL
0				
1	Coluvial en una matriz limo-arenosa de color gris amarillento	2.4	Rotación	
2				
3	Suelo residual cuyo origen es del esquisto grafitico, Se lo identifica por la coloración gris.	2.6		
4				
5				
6	Esquisto grafitico alterado e intensamente fracturado, con presencia de mineralizaciones de calcopirita y pirita, así como vetas de cuarzo	8		
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13	Esquisto Grafitico escasamente fracturado.	10		
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				

Fuente: TERRA HIDRO (2015)

A-2: SONDEO

BH-3

REGISTRO DE PERFORACIÓN



PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

COORDENADA:

NORTE: 9698375

LOCALIZACION: ABSCISA 4+600

ESTE: 790975

SONDEO: BH-4

NIVEL FREÁTICO:

2.40 m

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	POTENCIA REAL (m)	MODO DE PERFORACIÓN	PERFIL
0	Coluvial en una matriz limo-arenosa de color gris amarillento	2	Rotación	
1				
2				
3	Suelo residual cuyo origen es del esquisto gráfítico, Se lo identifica por la coloración gris.	4		
4				
5				
6	Esquisto gráfítico alterado e intensamente fracturado, con presencia de mineralizaciones de calcopirita y pirita, así como vetas de cuarzo	7		
7				
8				
9				
10				
11				
12	Esquisto Gráfítico escasamente fracturado.	13		
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				

Fuente: TERRA HIDRO (2015)

A-3: Sondeo BH-5



REGISTRO DE PERFORACIÓN

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO **COORDENADA:** **NORTE:** 9698390
LOCALIZACION: ABSCISA 4+600 **ESTE:** 790871
SONDEO: BH-5 **NIVEL FREÁTICO:** 3 m

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	POTENCIA REAL (m)	MODO DE PERFORACIÓN	PERFIL			
0	Coluvial en una matriz limo-arenosa de color gris amarillento	3	Rotación	[Green]			
1							
2							
3	Suelo residual cuyo origen es del esquisto gráfíto, Se lo identifica por la coloración gris.	2.5		Rotación	[Orange]		
4							
5							
6	Esquisto gráfíto alterado e intensamente fracturado, con presencia de mineralizaciones de calcopirita y pirita, así como vetas de cuarzo	7			Rotación	[Blue]	
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13	Esquisto Gráfíto escasamente fracturado.	12				Rotación	[Yellow]
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							

Fuente: TERRA HIDRO (2015)

ANEXO B: Registro de campo de los sondeos eléctricos verticales.

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO
UBICACIÓN: 9697335.915N; 789371.38E
SEV N°: 01
COTA: 706.017 m.s.n.m.
ABSCISA: 2+400

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	11.110	26.66	
2	1,5	0,5	6,28	4.5055	28.30	
3	2	0,5	11,78	2.4699	29.10	
4	2,5	0,5	18,85	1.5438	29.10	
5	3	1	12,6	2.3228	29.27	
6	5	1	37,7	0.65724	24.78	
7	7	1	75,4	0.28413	21.42	
8	10	1	155,5	0.1191	18.52	
9	10	2,5	58,9	0.3356	19.77	
10	15	2,5	137,5	0.13234	18.20	
11	20	2,5	247,5	0.052455	12.98	
12	30	2,5	562	0.01536	8.63	
13	40	2,5	1001	0.0058974	5.90	
14	50	2,5	1567	0.0027111	4.25	
15	50	10	377	0.011797	4.45	
16	70	2,5	3075	0.0018824	5.79	
17	70	10	754	0.0061495	4.64	
18	100	10	1555	0.003891	6.05	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO
UBICACIÓN: 9697347.330N; 789379.45E
SEV N°: 02
COTA: 705.165 m.s.n.m.
ABSCISA: 2+400

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 <i>m</i>	MN2 <i>m</i>	K <i>m</i>	V/1 mV/mA	ϑa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	9.9705	23.93	
2	1,5	0,5	6,28	4.4646	28.04	
3	2	0,5	11,78	2.4660	27.82	
4	2,5	0,5	18,85	1.414	26.65	
5	3	1	12,6	2.1169	26.67	
6	5	1	37,7	0.58359	22.00	
7	7	1	75,4	0.24694	18.62	
8	10	1	155,5	0.10113	15.73	
9	10	2,5	58,9	0.27755	16.35	
10	15	2,5	137,5	0.13473	18.53	
11	20	2,5	247,5	0.070169	17.37	
12	30	2,5	562	0.020725	11.65	
13	40	2,5	1001	0.0086179	8.63	
14	50	2,5	1567	0.004812	7.54	
15	50	10	377	0.015372	5.80	
16	70	2,5	3075	0.00261	8.01	
17	70	10	754	0.0083802	6.32	
18	100	10	1555	0.0063540	9.88	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697317.300N; 789391.949E

SEV N°: 03

COTA: 711.442 m.s.n.m.

ABSCISA: 2+400

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	$AB/2$ m	$MN/2$ m	K m	V/I mV/mA	ρ_a $Ohm.m$ Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	5.1143	12.27	
2	1,5	0,5	6,28	2.4248	15.23	
3	2	0,5	11,78	1.4012	16.51	
4	2,5	0,5	18,85	0.93161	17.56	
5	3	1	12,6	1.4488	18.25	
6	5	1	37,7	0.44427	16.75	
7	7	1	75,4	0.18594	14.02	
8	10	1	155,5	0.079066	12.29	
9	10	2,5	58,9	0.21959	12.93	
10	15	2,5	137,5	0.11847	16.29	
11	20	2,5	247,5	0.06359	15.74	
12	30	2,5	562	0.021948	12.33	
13	40	2,5	1001	0.00941	9.42	
14	50	2,5	1567	0.006554	10.27	
15	50	10	377	0.02761	10.41	
16	70	2,5	3075	0.00397	12.21	
17	70	10	754	0.017122	12.91	
18	100	10	1555	0.01042	16.20	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697336.829N; 789405.159E

SEV N°: 04

COTA: 707.504 m.s.n.m.

ABSCISA: 2+400

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	8.1754	19.62	
2	1,5	0,5	6,28	3.1573	19.83	
3	2	0,5	11,78	1.7478	20.59	
4	2,5	0,5	18,85	1.1135	20.99	
5	3	1	12,6	1.6396	20.66	
6	5	1	37,7	0.40156	15.14	
7	7	1	75,4	0.15531	11.71	
8	10	1	155,5	0.066786	10.39	
9	10	2,5	58,9	0.16089	9.48	
10	15	2,5	137,5	0.078187	10.75	
11	20	2,5	247,5	0.0438	10.84	
12	30	2,5	562	0.020457	11.50	
13	40	2,5	1001	0.01368	13.70	
14	50	2,5	1567	0.008022	12.57	
15	50	10	377	0.03469	13.08	
16	70	2,5	3075	0.00336	10.33	
17	70	10	754	0.01545	11.65	
18	100	10	1555	0.00451	7.01	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697262.100N; 789440.018E

SEV N°: 05

COTA: 732.067 m.s.n.m.

ABSCISA: 2+400

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/1 mV/mA	ϕa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	26.707	64.097	
2	1,5	0,5	6,28	9.5159	59.76	
3	2	0,5	11,78	4.9296	58.07	
4	2,5	0,5	18,85	2.8519	53.76	
5	3	1	12,6	4.2527	53.58	
6	5	1	37,7	1.0411	39.25	
7	7	1	75,4	0.51620	38.92	
8	10	1	155,5	0.24627	38.29	
9	10	2,5	58,9	0.67687	39.86	
10	15	2,5	137,5	0.31153	42.84	
11	20	2,5	247,5	0.13290	32.89	
12	30	2,5	562	0.035103	19.73	
13	40	2,5	1001	0.019012	19.03	
14	50	2,5	1567	0.010475	16.41	
15	50	10	377	0.045682	17.22	
16	70	2,5	3075	0.005623	17.29	
17	70	10	754	0.024536	18.50	
18	100	10	1555	0.012540	19.50	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697300.262N; 789453.302E

SEV N°: 06

COTA: 728.612 m.s.n.m.

ABSCISA: 2+400

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/1 mV/mA	ϕa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	12.113	29.071	
2	1,5	0,5	6,28	4.579	28.756	
3	2	0,5	11,78	2.337	27.54	
4	2,5	0,5	18,85	1.302	24.543	
5	3	1	12,6	2.144	27.014	
6	5	1	37,7	0.651	24.54	
7	7	1	75,4	0.319	24.05	
8	10	1	155,5	0.1391	21.636	
9	10	2,5	58,9	0.325	20.625	
10	15	2,5	137,5	0.102	14.03	
11	20	2,5	247,5	0.036	8.91	
12	30	2,5	562	0.015813	8.43	
13	40	2,5	1001	0.0092871	9.296	
14	50	2,5	1567	0.005271	8.259	
15	50	10	377	0.02260	8.52	
16	70	2,5	3075	0.0032630	10.034	
17	70	10	754	0.013446	10.138	
18	100	10	1555	0.016123	25.071	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697372.446N; 789479.194E

SEV N°: 07

COTA: 729.106 m.s.n.m.

ABSCISA: 2+400

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/1 mV/mA	ϕa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	4.7143	11.31	
2	1,5	0,5	6,28	2.0843	13.09	
3	2	0,5	11,78	1.2377	14.58	
4	2,5	0,5	18,85	0.78865	14.86	
5	3	1	12,6	1.0090	12.11	
6	5	1	37,7	0.30095	11.34	
7	7	1	75,4	0.11672	8.80	
8	10	1	155,5	0.049447	7.69	
9	10	2,5	58,9	0.14125	8.32	
10	15	2,5	137,5	0.052208	7.17	
11	20	2,5	247,5	0.032630	8.07	
12	30	2,5	562	0.010040	5.64	
13	40	2,5	1001	0.000520	5.21	
14	50	2,5	1567	0.0032630	5.13	
15	50	10	377	0.016658	6.28	
16	70	2,5	3075	0.002462	7.57	
17	70	10	754	0.011366	8.57	
18	100	10	1555	0.006752	10.5	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697387.690N; 789424.804E

SEV N°: 08

COTA: 711.138 m.s.n.m.

ABSCISA: 2+400

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 <i>m</i>	MN2 <i>m</i>	K <i>m</i>	V/I mV/mA	ϕa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	12.157	29.18	
2	1,5	0,5	6,28	5.0824	31.92	
3	2	0,5	11,78	2.6952	31.75	
4	2,5	0,5	18,85	1.6854	31.77	
5	3	1	12,6	2.5177	31.72	
6	5	1	37,7	0.61019	23.00	
7	7	1	75,4	0.26560	20.03	
8	10	1	155,5	0.098193	15.27	
9	10	2,5	58,9	0.30823	18.15	
10	15	2,5	137,5	0.096385	13.25	
11	20	2,5	247,5	0.035140	8.69	
12	30	2,5	562	0.0085341	4.79	
13	40	2,5	1001	0.004306	4.31	
14	50	2,5	1567	0.003146	4.93	
15	50	10	377	0.011512	4.34	
16	70	2,5	3075	0.001577	4.85	
17	70	10	754	0.005597	4.22	
18	100	10	1555	0.00213	3.31	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697927.603N; 790252.192E

SEV N°: 01

COTA: 697.785 m.s.n.m.

ABSCISA: 3+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζ_a Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	59.125	141.9	
2	1,5	0,5	6,28	25.875	162.50	
3	2	0,5	11,78	16.658	196.24	
4	2,5	0,5	18,85	9.5275	179.59	
5	3	1	12,6	14.548	183.30	
6	5	1	37,7	4.4246	166.81	
7	7	1	75,4	2.4294	183.18	
8	10	1	155,5	1.1948	185.80	
9	10	2,5	58,9	3.354	197.55	
10	15	2,5	137,5	1.6514	227.07	
11	20	2,5	247,5	0.080353	198.87	
12	30	2,5	562	0.22275	125.19	
13	40	2,5	1001	0.100089	100.19	
14	50	2,5	1567	0.032674	51.20	
15	50	10	377	0.17321	55.30	
16	70	2,5	3075	0.014897	45.81	
17	70	10	754	0.053050	40.0	
18	100	10	1555	0.035735	54.79	
19	150	10	3520	0.021682	76.32	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697927.308N; 790302.541E

SEV N°: 02

COTA: 697.011 m.s.n.m.

ABSCISA: 3+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	7.9223	19.01	
2	1,5	0,5	6,28	3.4817	21.87	
3	2	0,5	11,78	1.8152	21.38	
4	2,5	0,5	18,85	1.2474	23.51	
5	3	1	12,6	1.7910	22.57	
6	5	1	37,7	0.80289	30.27	
7	7	1	75,4	0.49128	37.05	
8	10	1	155,5	0.24170	37.58	
9	10	2,5	58,9	0.61165	36.03	
10	15	2,5	137,5	0.23579	32.42	
11	20	2,5	247,5	0.10474	25.92	
12	30	2,5	562	0.038687	21.74	
13	40	2,5	1001	0.025116	25.14	
14	50	2,5	1567	0.013884	21.76	
15	50	10	377	0.050106	18.89	
16	70	2,5	3075	0.006176	18.99	
17	70	10	754	0.029831	22.49	
18	100	10	1555	0.011732	18.24	
19	150	10	3520	0.003471	12.22	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697925.850N; 790327.065E

SEV N°: 03

COTA: 697.122 m.s.n.m.

ABSCISA: 3+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 <i>m</i>	MN2 <i>m</i>	K <i>m</i>	V/1 mV/mA	ϕa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	7.3867	17.73	
2	1,5	0,5	6,28	4.333	27.21	
3	2	0,5	11,78	2.753	32.43	
4	2,5	0,5	18,85	1.9457	36.68	
5	3	1	12,6	3.3576	42.31	
6	5	1	37,7	1.3394	50.50	
7	7	1	75,4	0.7124	53.71	
8	10	1	155,5	0.31433	48.88	
9	10	2,5	58,9	0.9829	57.89	
10	15	2,5	137,5	0.34959	48.07	
11	20	2,5	247,5	0.14093	34.88	
12	30	2,5	562	0.048025	26.99	
13	40	2,5	1001	0.035335	35.37	
14	50	2,5	1567	0.026204	41.06	
15	50	10	377	0.082552	31.12	
16	70	2,5	3075	0.0089556	27.54	
17	70	10	754	0.042927	32.37	
18	100	10	1555	0.015125	23.52	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697873.878N; 790262.243E

SEV N°: 04

COTA: 709.480m.s.n.m.

ABSCISA: 3+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	$AB/2$ <i>m</i>	$MN2$ <i>m</i>	K <i>m</i>	V/1 <i>mV/mA</i>	ζa <i>Ohm.m</i> Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	70.929	170.23	
2	1,5	0,5	6,28	31.811	199.77	
3	2	0,5	11,78	12.539	147.71	
4	2,5	0,5	18,85	6.8114	128.39	
5	3	1	12,6	9.1457	115.24	
6	5	1	37,7	2.4147	91.03	
7	7	1	75,4	0.97186	73.28	
8	10	1	155,5	0.43221	67.21	
9	10	2,5	58,9	1.3297	78.32	
10	15	2,5	137,5	0.4772	65.69	
11	20	2,5	247,5	0.23574	58.35	
12	30	2,5	562	0.076235	42.84	
13	40	2,5	1001	0.037736	37.77	
14	50	2,5	1567	0.020388	31.95	
15	50	10	377	0.079817	30.09	
16	70	2,5	3075	0.0076423	23.50	
17	70	10	754	0.02562	19.32	
18	100	10	1555	0.016064	24.98	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697928.415N; 790282.986E

SEV N°: 05

COTA: 697.095 m.s.n.m.

ABSCISA: 3+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/1 mV/mA	ϕa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	3.9663	9.52	
2	1,5	0,5	6,28	1.7294	10.86	
3	2	0,5	11,78	0.83182	9.79	
4	2,5	0,5	18,85	0.47992	9.05	
5	3	1	12,6	0.60986	7.68	
6	5	1	37,7	0.22141	8.35	
7	7	1	75,4	0.10763	8.12	
8	10	1	155,5	0.057073	8.87	
9	10	2,5	58,9	0.18280	10.76	
10	15	2,5	137,5	0.10735	14.76	
11	20	2,5	247,5	0.080025	19.81	
12	30	2,5	562	0.031370	17.63	
13	40	2,5	1001	0.014284	14.28	
14	50	2,5	1567	0.0080175	12.56	
15	50	10	377	0.028939	10.91	
16	70	2,5	3075	0.0051470	15.82	
17	70	10	754	0.014809	11.16	
18	100	10	1555	0.010489	16.31	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697903.559N; 790367.851E

SEV N°: 06

COTA: 705.287 m.s.n.m.

ABSCISA: 3+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζ_a Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	9.9618	23.91	
2	1,5	0,5	6,28	4.2906	26.94	
3	2	0,5	11,78	2.4709	29.11	
4	2,5	0,5	18,85	1.6882	31.82	
5	3	1	12,6	2.6002	32.76	
6	5	1	37,7	0.96876	36.52	
7	7	1	75,4	0.50949	38.42	
8	10	1	155,5	0.26255	40.83	
9	10	2,5	58,9	0.75702	44.59	
10	15	2,5	137,5	0.35592	48.94	
11	20	2,5	247,5	0.16968	41.99	
12	30	2,5	562	0.070281	39.50	
13	40	2,5	1001	0.034266	34.3	
14	50	2,5	1567	0.026606	41.69	
15	50	10	377	0.092369	34.82	
16	70	2,5	3075	0.017106	52.6	
17	70	10	754	0.049204	37.1	
18	100	10	1555	0.03299	51.3	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697837.959N; 790272.681E

SEV N°: 07

COTA: 713.398 m.s.n.m.

ABSCISA: 3+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 <i>m</i>	MN2 <i>m</i>	K <i>m</i>	V/1 mV/mA	ϕa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	12.846	30.83	
2	1,5	0,5	6,28	6.5479	41.12	
3	2	0,5	11,78	3.8758	45.66	
4	2,5	0,5	18,85	2.7097	51.07	
5	3	1	12,6	3.8534	48.55	
6	5	1	37,7	1.0522	39.67	
7	7	1	75,4	0.59406	44.79	
8	10	1	155,5	0.32510	50.55	
9	10	2,5	58,9	0.88145	51.92	
10	15	2,5	137,5	0.39612	54.46	
11	20	2,5	247,5	0.16991	42.05	
12	30	2,5	562	0.058734	33.00	
13	40	2,5	1001	0.022590	22.59	
14	50	2,5	1567	0.0075301	11.79	
15	50	10	377	0.041141	15.51	
16	70	2,5	3075	0.003684	11.33	
17	70	10	754	0.01793	13.52	
18	100	10	1555	0.009781	15.21	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697841.417N; 790328.529E

SEV N°: 08

COTA: 720.098 m.s.n.m.

ABSCISA: 3+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	$AB/2$ <i>m</i>	$MN2$ <i>m</i>	K <i>m</i>	V/1 mV/mA	ζa <i>Ohm.m</i> Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	12.042	28.9	
2	1,5	0,5	6,28	6.3965	40.17	
3	2	0,5	11,78	4.2625	50.21	
4	2,5	0,5	18,85	2.7650	52.12	
5	3	1	12,6	4.1997	52.92	
6	5	1	37,7	1.1701	44.11	
7	7	1	75,4	0.50520	38.09	
8	10	1	155,5	0.28083	43.67	
9	10	2,5	58,9	0.78768	46.39	
10	15	2,5	137,5	0.34148	46.95	
11	20	2,5	247,5	0.17859	44.20	
12	30	2,5	562	0.049869	28.03	
13	40	2,5	1001	0.011898	11.91	
14	50	2,5	1567	0.0076048	11.92	
15	50	10	377	0.026896	10.14	
16	70	2,5	3075	0.0050281	15.46	
17	70	10	754	0.013521	10.19	
18	100	10	1555	0.010244	15.93	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697844.025N; 790377.414E

SEV N°: 09

COTA: 721.064 m.s.n.m.

ABSCISA: 3+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	31.691	76.06	
2	1,5	0,5	6,28	14.970	94.02	
3	2	0,5	11,78	8.8130	103.82	
4	2,5	0,5	18,85	5.9153	111.50	
5	3	1	12,6	6.9303	87.32	
6	5	1	37,7	2.4262	91.47	
7	7	1	75,4	1.3245	99.87	
8	10	1	155,5	0.64484	100.27	
9	10	2,5	58,9	1.7913	105.51	
10	15	2,5	137,5	0.70677	97.18	
11	20	2,5	247,5	0.25774	63.79	
12	30	2,5	562	0.044303	24.90	
13	40	2,5	1001	0.018499	18.52	
14	50	2,5	1567	0.011845	18.56	
15	50	10	377	0.042051	15.85	
16	70	2,5	3075	0.004949	15.22	
17	70	10	754	0.017523	13.21	
18	100	10	1555	0.012289	19.11	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9697874.130N; 790313.669E

SEV N°: 10

COTA: 706.507 m.s.n.m.

ABSCISA: 3+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 <i>m</i>	MN2 <i>m</i>	K <i>m</i>	V/1 mV/mA	ϕa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	4.6325	11.12	
2	1,5	0,5	6,28	1.8294	11.49	
3	2	0,5	11,78	1.0704	12.61	
4	2,5	0,5	18,85	0.65058	12.26	
5	3	1	12,6	0.87824	11.07	
6	5	1	37,7	0.27621	10.41	
7	7	1	75,4	0.12330	9.30	
8	10	1	155,5	0.058962	9.17	
9	10	2,5	58,9	0.18369	10.82	
10	15	2,5	137,5	0.070419	9.68	
11	20	2,5	247,5	0.039275	9.72	
12	30	2,5	562	0.018036	10.14	
13	40	2,5	1001	0.010256	10.27	
14	50	2,5	1567	0.0085303	13.37	
15	50	10	377	0.025666	9.68	
16	70	2,5	3075	0.006472	19.9	
17	70	10	754	0.01834	13.83	
18	100	10	1555	0.012605	19.6	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO
UBICACIÓN: 9698369.057; 790896.546E
SEV N°: 01
COTA: 696.210 m.s.n.m.
ABSCISA: 4+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/1 mV/mA	ϕa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	23.053	55.33	
2	1,5	0,5	6,28	12.461	78.26	
3	2	0,5	11,78	5.8589	69.02	
4	2,5	0,5	18,85	3.2214	60.72	
5	3	1	12,6	4.8835	61.53	
6	5	1	37,7	0.88754	33.46	
7	7	1	75,4	0.36245	27.33	
8	10	1	155,5	0.10191	15.85	
9	10	2,5	58,9	0.26857	15.82	
10	15	2,5	137,5	0.11395	15.67	
11	20	2,5	247,5	0.056224	13.92	
12	30	2,5	562	0.021586	12.13	
13	40	2,5	1001	0.011528	11.54	
14	50	2,5	1567	0.07613	11.93	
15	50	10	377	0.028726	10.83	
16	70	2,5	3075	0.004299	13.22	
17	70	10	754	0.017117	12.91	
18	100	10	1555	0.0091933	14.30	
19	150	10	3520			
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO
UBICACIÓN: 9698379.853; 790950.513E
SEV N°: 02
COTA: 697.048 m.s.n.m.
ABSCISA: 4+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζ_a Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	80.503	193.21	
2	1,5	0,5	6,28	41.786	262.42	
3	2	0,5	11,78	21.272	250.58	
4	2,5	0,5	18,85	13.002	245.09	
5	3	1	12,6	15.462	194.82	
6	5	1	37,7	2.0493	77.26	
7	7	1	75,4	0.55118	41.56	
8	10	1	155,5	0.1469	22.84	
9	10	2,5	58,9	0.32882	19.37	
10	15	2,5	137,5	0.1063	14.62	
11	20	2,5	247,5	0.051407	12.72	
12	30	2,5	562	0.028205	15.85	
13	40	2,5	1001	0.023286	23.31	
14	50	2,5	1567	0.01303	20.42	
15	50	10	377	0.04838	18.24	
16	70	2,5	3075	0.006904	21.23	
17	70	10	754	0.02458	18.54	
18	100	10	1555	0.018574	28.88	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO
UBICACIÓN: 9698392.733; 791006.568E
SEV N°: 03
COTA: 696.960 m.s.n.m.
ABSCISA: 4+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ρ_a Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	25.31	660.744	
2	1,5	0,5	6,28	143.98	904.19	
3	2	0,5	11,78	69.092	813.90	
4	2,5	0,5	18,85	43.299	816.19	
5	3	1	12,6	53.49	673.97	
6	5	1	37,7	10.804	407.31	
7	7	1	75,4	2.5926	195.48	
8	10	1	155,5	0.87261	135.69	
9	10	2,5	58,9	2.1875	128.84	
10	15	2,5	137,5	0.53336	73.34	
11	20	2,5	247,5	0.21243	52.58	
12	30	2,5	562	0.093021	52.27	
13	40	2,5	1001	0.069293	69.36	
14	50	2,5	1567	0.03526	55.25	
15	50	10	377	0.15732	59.31	
16	70	2,5	3075	0.021287	65.46	
17	70	10	754	0.098328	74.14	
18	100	10	1555	0.057286	89.08	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9698389.311N; 791114.779E

SEV N°: 04

COTA: 694.999 m.s.n.m.

ABSCISA: 4+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/1 mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	8.2625	19.83	
2	1,5	0,5	6,28	4.7056	29.55	
3	2	0,5	11,78	3.199	37.69	
4	2,5	0,5	18,85	2.519	47.49	
5	3	1	12,6	3.736	47.08	
6	5	1	37,7	1.361	51.29	
7	7	1	75,4	0.6191	46.68	
8	10	1	155,5	0.2166	33.68	
9	10	2,5	58,9	0.65023	38.30	
10	15	2,5	137,5	0.18573	25.54	
11	20	2,5	247,5	0.10997	27.22	
12	30	2,5	562	0.05749	32.31	
13	40	2,5	1001	0.03173	31.76	
14	50	2,5	1567	0.01798	28.17	
15	50	10	377	0.07220	27.22	
16	70	2,5	3075	0.01007	30.96	
17	70	10	754	0.037016	27.91	
18	100	10	1555	0.02259	35.14	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9698298.262N; 790862.570E

SEV N°: 05

COTA: 702.782 m.s.n.m.

ABSCISA: 4+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	300.77	721.85	
2	1,5	0,5	6,28	75.898	476.64	
3	2	0,5	11,78	38.187	449.84	
4	2,5	0,5	18,85	15.718	296.28	
5	3	1	12,6	28.076	353.76	
6	5	1	37,7	3.5098	132.32	
7	7	1	75,4	1.1803	88.99	
8	10	1	155,5	0.32729	50.89	
9	10	2,5	58,9	1.2374	72.88	
10	15	2,5	137,5	0.42219	58.05	
11	20	2,5	247,5	0.23393	57.90	
12	30	2,5	562	0.091867	51.63	
13	40	2,5	1001	0.044678	44.72	
14	50	2,5	1567	0.022088	34.61	
15	50	10	377	0.080313	30.28	
16	70	2,5	3075	0.010033	30.85	
17	70	10	754	0.034121	25.73	
18	100	10	1555	0.018412	28.63	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9698337.430N; 790968.408E

SEV N°: 06

COTA: 703.169 m.s.n.m.

ABSCISA: 4+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/1 mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	32.787	78.69	
2	1,5	0,5	6,28	13.191	82.84	
3	2	0,5	11,78	6.9634	82.03	
4	2,5	0,5	18,85	4.5545	85.85	
5	3	1	12,6	5.8850	74.15	
6	5	1	37,7	1.4357	54.13	
7	7	1	75,4	0.62951	47.46	
8	10	1	155,5	0.214084	33.29	
9	10	2,5	58,9	0.51756	30.48	
10	15	2,5	137,5	0.260364	35.80	
11	20	2,5	247,5	0.136242	33.72	
12	30	2,5	562	0.042971	24.15	
13	40	2,5	1001	0.024545	24.57	
14	50	2,5	1567	0.022839	35.78	
15	50	10	377	0.072467	27.32	
16	70	2,5	3075	0.014747	45.34	
17	70	10	754	0.05056	38.12	
18	100	10	1555	0.030965	48.15	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9698349.516N; 791046.391E

SEV N°: 07

COTA: 701.983 m.s.n.m.

ABSCISA: 4+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/1 mV/mA	ϕa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	11.8042	28.33	
2	1,5	0,5	6,28	4.3470	27.30	
3	2	0,5	11,78	1.8782	22.13	
4	2,5	0,5	18,85	0.92857	17.50	
5	3	1	12,6	1.1807	14.87	
6	5	1	37,7	0.34086	12.85	
7	7	1	75,4	0.12148	9.16	
8	10	1	155,5	0.55305	8.60	
9	10	2,5	58,9	0.12599	7.42	
10	15	2,5	137,5	0.049418	6.79	
11	20	2,5	247,5	0.024715	6.12	
12	30	2,5	562	0.019387	10.87	
13	40	2,5	1001	0.019360	19.38	
14	50	2,5	1567	0.011646	18.25	
15	50	10	377	0.045829	17.27	
16	70	2,5	3075	0.0055034	16.92	
17	70	10	754	0.020995	15.83	
18	100	10	1555	0.012133	18.87	
19	150	10	3520	0.0066363	23.36	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9698351.377N; 791153.448E

SEV N°: 08

COTA: 705.850 m.s.n.m.

ABSCISA: 4+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/1 mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	14.203	34.08	
2	1,5	0,5	6,28	5.7499	36.11	
3	2	0,5	11,78	3.1570	37.19	
4	2,5	0,5	18,85	2.0475	38.59	
5	3	1	12,6	2.8675	36.13	
6	5	1	37,7	0.79834	30.09	
7	7	1	75,4	0.41774	31.49	
8	10	1	155,5	0.23697	36.85	
9	10	2,5	58,9	0.65411	38.53	
10	15	2,5	137,5	0.41516	57.08	
11	20	2,5	247,5	0.24297	60.14	
12	30	2,5	562	0.12399	69.68	
13	40	2,5	1001	0.044176	44.18	
14	50	2,5	1567	0.027108	42.48	
15	50	10	377	0.095596	36.04	
16	70	2,5	3075	0.015304	47.06	
17	70	10	754	0.057228	43.15	
18	100	10	1555	0.035081	54.55	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9698243.922N; 790932.171E

SEV N°: 09

COTA: 708.497 m.s.n.m.

ABSCISA: 4+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	612.83	1470.79	
2	1,5	0,5	6,28	197.13	1237.98	
3	2	0,5	11,78	100.47	1183.54	
4	2,5	0,5	18,85	45.446	856.66	
5	3	1	12,6	44.8	564.48	
6	5	1	37,7	4.9181	185.41	
7	7	1	75,4	1.4854	111.99	
8	10	1	155,5	0.65378	101.66	
9	10	2,5	58,9	1.5566	91.68	
10	15	2,5	137,5	0.74675	102.68	
11	20	2,5	247,5	0.37141	91.92	
12	30	2,5	562	0.12462	70.04	
13	40	2,5	1001	0.052345	52.40	
14	50	2,5	1567	0.027993	44.14	
15	50	10	377	0.1256	47.35	
16	70	2,5	3075	0.0078549	24.15	
17	70	10	754	0.044165	33.3	
18	100	10	1555	0.01955	30.4	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9698273.185N; 791017.110E

SEV N°: 10

COTA: 712.154 m.s.n.m.

ABSCISA: 4+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/1 mV/mA	ϕa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	49.77	119.45	
2	1,5	0,5	6,28	18.551	116.50	
3	2	0,5	11,78	8.4727	99.81	
4	2,5	0,5	18,85	5.0013	94.27	
5	3	1	12,6	6.9021	86.96	
6	5	1	37,7	1.5767	59.44	
7	7	1	75,4	0.57792	43.57	
8	10	1	155,5	0.27125	42.18	
9	10	2,5	58,9	0.83812	49.36	
10	15	2,5	137,5	0.30485	41.92	
11	20	2,5	247,5	0.15360	38.02	
12	30	2,5	562	0.040776	22.92	
13	40	2,5	1001	0.021889	21.89	
14	50	2,5	1567	0.016160	25.32	
15	50	10	377	0.071645	27.01	
16	70	2,5	3075	0.014647	45.03	
17	70	10	754	0.061419	46.31	
18	100	10	1555	0.034862	54.21	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9698274.585N; 791060.400E

SEV N°: 11

COTA: 720.880 m.s.n.m.

ABSCISA: 4+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	70.876	170.10	
2	1,5	0,5	6,28	27.381	171.95	
3	2	0,5	11,78	15.331	180.60	
4	2,5	0,5	18,85	11.163	210.42	
5	3	1	12,6	20.235	254.96	
6	5	1	37,7	8.8597	334.01	
7	7	1	75,4	3.8948	293.66	
8	10	1	155,5	1.2956	201.46	
9	10	2,5	58,9	3.3097	194.94	
10	15	2,5	137,5	1.3429	184.65	
11	20	2,5	247,5	0.51857	128.35	
12	30	2,5	562	0.086345	48.52	
13	40	2,5	1001	0.018574	18.57	
14	50	2,5	1567	0.012093	18.95	
15	50	10	377	0.041164	15.52	
16	70	2,5	3075	0.0075301	23.15	
17	70	10	754	0.026459	19.95	
18	100	10	1555	0.018418	28.64	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9698280.184N; 791160.500E

SEV N°: 12

COTA: 722.303 m.s.n.m.

ABSCISA: 4+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	22.875	54.9	
2	1,5	0,5	6,28	11.280	70.84	
3	2	0,5	11,78	7.3183	86.21	
4	2,5	0,5	18,85	4.7845	90.19	
5	3	1	12,6	6.7721	85.33	
6	5	1	37,7	2.0916	78.85	
7	7	1	75,4	0.92258	69.56	
8	10	1	155,5	0.41473	64.49	
9	10	2,5	58,9	0.929542	54.75	
10	15	2,5	137,5	0.033556	46.14	
11	20	2,5	247,5	0.17242	42.67	
12	30	2,5	562	0.068618	38.56	
13	40	2,5	1001	0.043027	43.03	
14	50	2,5	1567	0.030294	47.47	
15	50	10	377	0.15177	57.22	
16	70	2,5	3075	0.020188	62.08	
17	70	10	754	0.089271	67.31	
18	100	10	1555	0.049531	77.02	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9698174.011N; 791081.007E

SEV N°: 13

COTA: 726.032 m.s.n.m.

ABSCISA: 4+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/1 mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	12.039	28.89	
2	1,5	0,5	6,28	5.9914	37.63	
3	2	0,5	11,78	3.2877	38.73	
4	2,5	0,5	18,85	2.1521	40.57	
5	3	1	12,6	2.9232	36.83	
6	5	1	37,7	0.86495	32.61	
7	7	1	75,4	0.42308	31.90	
8	10	1	155,5	0.20582	32.00	
9	10	2,5	58,9	0.55243	32.54	
10	15	2,5	137,5	0.24559	33.77	
11	20	2,5	247,5	0.14425	35.70	
12	30	2,5	562	0.061789	35.00	
13	40	2,5	1001	0.037361	37.36	
14	50	2,5	1567	0.023577	36.94	
15	50	10	377	0.11498	43.35	
16	70	2,5	3075	0.015585	47.92	
17	70	10	754	0.068593	51.72	
18	100	10	1555	0.042578	66.21	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9698177.532N; 791142.604E

SEV N°: 14

COTA: 729.756 m.s.n.m.

ABSCISA: 4+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/1 mV/mA	ζ_a Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	17.890	42.94	
2	1,5	0,5	6,28	10.183	63.95	
3	2	0,5	11,78	6.4983	76.55	
4	2,5	0,5	18,85	4.2574	80.25	
5	3	1	12,6	6.0331	76.02	
6	5	1	37,7	1.8037	67.99	
7	7	1	75,4	1.0577	79.75	
8	10	1	155,5	0.57781	89.85	
9	10	2,5	58,9	1.4307	84.27	
10	15	2,5	137,5	0.63102	86.76	
11	20	2,5	247,5	0.29819	73.81	
12	30	2,5	562	0.10843	60.94	
13	40	2,5	1001	0.043172	43.17	
14	50	2,5	1567	0.022590	35.39	
15	50	10	377	0.11998	45.23	
16	70	2,5	3075	0.011044	33.96	
17	70	10	754	0.049562	37.37	
18	100	10	1555	0.032128	49.96	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO

UBICACIÓN: 9698196.762N; 791210.749E

SEV N°: 15

COTA: 730.156 m.s.n.m.

ABSCISA: 4+600

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	29.06	69.74	
2	1,5	0,5	6,28	13.429	84.35	
3	2	0,5	11,78	8.2876	97.63	
4	2,5	0,5	18,85	5.3084	100.06	
5	3	1	12,6	8.4039	105.89	
6	5	1	37,7	2.6938	101.56	
7	7	1	75,4	1.1715	88.33	
8	10	1	155,5	0.46115	71.71	
9	10	2,5	58,9	1.2361	72.81	
10	15	2,5	137,5	0.55810	76.74	
11	20	2,5	247,5	0.25291	62.59	
12	30	2,5	562	0.10897	61.24	
13	40	2,5	1001	0.051357	51.35	
14	50	2,5	1567	0.033734	52.86	
15	50	10	377	0.14630	55.16	
16	70	2,5	3075	0.015322	46.81	
17	70	10	754	0.062089	46.81	
18	100	10	1555	0.027405	42.61	
19	150	10	3520	0.015165	53.38	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO
UBICACIÓN: 9698284.052; 791682.856E
SEV N°: 01
COTA: 694.229 m.s.n.m.
ABSCISA: 5+200

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	11.109	26.66	
2	1,5	0,5	6,28	4.2309	26.57	
3	2	0,5	11,78	2.4202	28.51	
4	2,5	0,5	18,85	1.6882	31.82	
5	3	1	12,6	2.6546	33.45	
6	5	1	37,7	1.0673	40.24	
7	7	1	75,4	0.42319	31.91	
8	10	1	155,5	0.19814	30.81	
9	10	2,5	58,9	0.46078	27.14	
10	15	2,5	137,5	0.12199	16.77	
11	20	2,5	247,5	0.04016	9.94	
12	30	2,5	562	0.013809	7.76	
13	40	2,5	1001	0.007502	7.51	
14	50	2,5	1567	0.00514	8.06	
15	50	10	377	0.02167	8.17	
16	70	2,5	3075	0.003609	11.1	
17	70	10	754	0.01273	9.6	
18	100	10	1555	0.009389	14.6	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO
UBICACIÓN: 9698285.539; 791706.974E
SEV N°: 02
COTA: 690.412 m.s.n.m.
ABSCISA: 5+200

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	15.083	36.20	
2	1,5	0,5	6,28	6.4641	40.59	
3	2	0,5	11,78	3.0273	35.66	
4	2,5	0,5	18,85	1.4959	28.20	
5	3	1	12,6	2.0523	25.86	
6	5	1	37,7	0.67407	25.41	
7	7	1	75,4	0.3583	27.02	
8	10	1	155,5	0.14348	22.31	
9	10	2,5	58,9	0.45331	26.70	
10	15	2,5	137,5	0.15512	21.33	
11	20	2,5	247,5	0.076305	18.89	
12	30	2,5	562	0.026779	15.05	
13	40	2,5	1001	0.01757	17.59	
14	50	2,5	1567	0.017068	26.75	
15	50	10	377	0.06005	22.64	
16	70	2,5	3075	0.007268	22.35	
17	70	10	754	0.031601	23.83	
18	100	10	1555	0.01873	29.13	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO
UBICACIÓN: 9698287.260; 791706.974E
SEV N°: 03
COTA: 690.591 m.s.n.m.
ABSCISA: 5+200

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζ_a Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	10.555	25.33	
2	1,5	0,5	6,28	4.4473	27.93	
3	2	0,5	11,78	2.3745	27.97	
4	2,5	0,5	18,85	1.5601	29.41	
5	3	1	12,6	2.4265	30.57	
6	5	1	37,7	0.82282	31.02	
7	7	1	75,4	0.42577	32.10	
8	10	1	155,5	0.17381	27.03	
9	10	2,5	58,9	0.47938	28.24	
10	15	2,5	137,5	0.21387	29.41	
11	20	2,5	247,5	0.12126	30.02	
12	30	2,5	562	0.050907	28.61	
13	40	2,5	1001	0.02253	22.55	
14	50	2,5	1567	0.01362	21.35	
15	50	10	377	0.06246	23.55	
16	70	2,5	3075	0.007196	22.13	
17	70	10	754	0.03191	24.06	
18	100	10	1555	0.017505	27.22	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO
UBICACIÓN: 9698294.982; 791739.317E
SEV N°: 04
COTA: 690.342 m.s.n.m.
ABSCISA: 5+200

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζ_a Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	11.247	26.99	
2	1,5	0,5	6,28	5.3233	33.43	
3	2	0,5	11,78	3.1701	37.34	
4	2,5	0,5	18,85	2.162	40.75	
5	3	1	12,6	3.6404	45.87	
6	5	1	37,7	1.5956	60.15	
7	7	1	75,4	0.81406	61.38	
8	10	1	155,5	0.3542	55.08	
9	10	2,5	58,9	1.0108	59.54	
10	15	2,5	137,5	0.30867	42.44	
11	20	2,5	247,5	0.12	29.7	
12	30	2,5	562	0.053846	30.26	
13	40	2,5	1001	0.027167	27.19	
14	50	2,5	1567	0.013721	21.50	
15	50	10	377	0.050702	19.11	
16	70	2,5	3075	0.006933	21.32	
17	70	10	754	0.030067	22.67	
18	100	10	1555	0.01765	27.44	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO
UBICACIÓN: 9698259.092; 791678.711E
SEV N°: 05
COTA: 704.138 m.s.n.m.
ABSCISA: 5+200

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	106.64	255.94	
2	1,5	0,5	6,28	36.213	227.42	
3	2	0,5	11,78	18.801	221.47	
4	2,5	0,5	18,85	10.297	194.09	
5	3	1	12,6	14.010	176.53	
6	5	1	37,7	3.8557	145.36	
7	7	1	75,4	2.1271	160.38	
8	10	1	155,5	1.3244	205.94	
9	10	2,5	58,9	3.9815	234.51	
10	15	2,5	137,5	1.4621	201.04	
11	20	2,5	247,5	0.54471	134.82	
12	30	2,5	562	0.13592	76.39	
13	40	2,5	1001	0.06581	65.87	
14	50	2,5	1567	0.047498	74.43	
15	50	10	377	0.16480	62.13	
16	70	2,5	3075	0.024903	76.58	
17	70	10	754	0.094668	71.38	
18	100	10	1555	0.061183	95.14	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO
UBICACIÓN: 9698261.222; 791705.951E
SEV N°: 06
COTA: 699.415 m.s.n.m.
ABSCISA: 5+200

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	$AB/2$ <i>m</i>	$MN2$ <i>m</i>	K <i>m</i>	V/I <i>mV/mA</i>	ζa <i>Ohm.m</i> Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	100.04	240.11	
2	1,5	0,5	6,28	43.365	272.33	
3	2	0,5	11,78	23.451	276.25	
4	2,5	0,5	18,85	13.933	262.64	
5	3	1	12,6	14.364	180.99	
6	5	1	37,7	3.3946	127.98	
7	7	1	75,4	1.2063	90.96	
8	10	1	155,5	0.57831	89.93	
9	10	2,5	58,9	2.072	122.04	
10	15	2,5	137,5	0.56848	78.17	
11	20	2,5	247,5	0.15142	37.48	
12	30	2,5	562	0.062914	35.36	
13	40	2,5	1001	0.02974	29.77	
14	50	2,5	1567	0.016223	25.42	
15	50	10	377	0.058574	22.08	
16	70	2,5	3075	0.0081801	25.15	
17	70	10	754	0.03651	27.53	
18	100	10	1555	0.022135	34.42	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO
UBICACIÓN: 9698262.323; 791752.508E
SEV N°: 07
COTA: 698.533 m.s.n.m.
ABSCISA: 5+200

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/1 mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	20.74	49.78	
2	1,5	0,5	6,28	9.8342	61.76	
3	2	0,5	11,78	5.8781	69.24	
4	2,5	0,5	18,85	3.8693	72.94	
5	3	1	12,6	5.6854	71.64	
6	5	1	37,7	2.1829	82.30	
7	7	1	75,4	1.1429	86.17	
8	10	1	155,5	0.51054	79.39	
9	10	2,5	58,9	1.2804	75.42	
10	15	2,5	137,5	0.52045	71.56	
11	20	2,5	247,5	0.22375	55.38	
12	30	2,5	562	0.097774	54.95	
13	40	2,5	1001	0.061263	61.32	
14	50	2,5	1567	0.041851	65.58	
15	50	10	377	0.17775	67.01	
16	70	2,5	3075	0.018999	58.42	
17	70	10	754	0.086954	65.56	
18	100	10	1555	0.050251	78.14	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO
UBICACIÓN: 9698236.531; 791673.616E
SEV N°: 08
COTA: 709.363 m.s.n.m.
ABSCISA: 5+200

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	93.46	224.3	
2	1,5	0,5	6,28	31.970	200.77	
3	2	0,5	11,78	13.957	164.41	
4	2,5	0,5	18,85	7.43	140.06	
5	3	1	12,6	7.907	99.63	
6	5	1	37,7	1.9891	74.99	
7	7	1	75,4	1.0201	76.92	
8	10	1	155,5	0.59113	91.92	
9	10	2,5	58,9	1.7068	100.53	
10	15	2,5	137,5	0.69026	94.91	
11	20	2,5	247,5	0.43572	107.84	
12	30	2,5	562	0.11991	67.39	
13	40	2,5	1001	0.066003	66.07	
14	50	2,5	1567	0.04938	77.39	
15	50	10	377	0.17735	66.86	
16	70	2,5	3075	0.02356	72.43	
17	70	10	754	0.10801	81.44	
18	100	10	1555	0.0639	99.39	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO
UBICACIÓN: 9698232.020; 791725.601E
SEV N°: 09
COTA: 704.198 m.s.n.m.
ABSCISA: 5+200

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ϕa Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	70.424	169.02	
2	1,5	0,5	6,28	20.347	127.78	
3	2	0,5	11,78	9.2744	109.25	
4	2,5	0,5	18,85	5.6764	107.00	
5	3	1	12,6	9.5155	119.90	
6	5	1	37,7	2.8971	109.22	
7	7	1	75,4	1.4101	106.32	
8	10	1	155,5	0.66265	103.04	
9	10	2,5	58,9	1.9975	117.65	
10	15	2,5	137,5	0.64044	88.06	
11	20	2,5	247,5	0.24784	61.34	
12	30	2,5	562	0.099762	56.07	
13	40	2,5	1001	0.067817	67.88	
14	50	2,5	1567	0.04359	68.31	
15	50	10	377	0.16517	62.27	
16	70	2,5	3075	0.023951	73.65	
17	70	10	754	0.09399	70.87	
18	100	10	1555	0.05621	87.40	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

MÉTODO SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) CONFIGURACIÓN SCHLUMBERGER

PROYECTO: HIDROSANBARTOLO
UBICACIÓN: 9698229.352; 791749.542E
SEV N°: 10
COTA: 708.975 m.s.n.m.
ABSCISA: 5+200

DATOS DE CAMPO

N° de Medición	AB/2 m	MN2 m	K m	V/I mV/mA	ζ_a Ohm.m Ωm	OBSERVACIONES
1	1	0,5	2,4	118.01	283.22	
2	1,5	0,5	6,28	61.354	385.30	
3	2	0,5	11,78	40.019	471.42	
4	2,5	0,5	18,85	26.037	490.79	
5	3	1	12,6	37.08	467.21	
6	5	1	37,7	13.036	491.46	
7	7	1	75,4	3.1442	237.07	
8	10	1	155,5	1.4582	226.75	
9	10	2,5	58,9	3.5736	210.49	
10	15	2,5	137,5	1.1233	154.45	
11	20	2,5	247,5	0.51014	126.26	
12	30	2,5	562	0.25538	143.52	
13	40	2,5	1001	0.17616	176.34	
14	50	2,5	1567	0.13572	212.68	
15	50	10	377	0.43689	164.71	
16	70	2,5	3075	0.10515	323.34	
17	70	10	754	0.29773	224.49	
18	100	10	1555	0.21534	334.89	
19	150	10	3520	-	-	
20	200	10	6270	-	-	
21	200	40	1508	-	-	
22	300	10	14120	-	-	
23	300	40	3470	-	-	
24	400	10	25100	-	-	
25	400	40	6220	-	-	
26	500	10	39250	-	-	
27	500	40	9750	-	-	

Elaborado por: Palacios, J (2015)

ANEXO C: Control de dinamismo sobre la tubería de conducción.

PUNTOS DE CONTROL TOPOGRÁFICOS SOBRE LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN.

Fecha de Control					
Fecha Cero (ARRANQUE)	1-Oct-15	PUNTO	NORTE	ESTE	Cota
		41	9698360.063	790857.664	698.618
		42	9698369.684	790879.809	699.355
		43	9698375.043	790903.369	699.431
		44	9698380.418	790927.303	699.531
		45	9698384.234	790944.792	699.642
		46	9698388.818	790965.849	699.689
		47	9698392.829	790983.917	699.620
		48	9698396.579	791001.605	699.449
		49	9698401.655	791025.803	699.090
		50	9698406.588	791048.937	698.696
		51	9698406.250	791073.323	697.961
		52	9698399.370	791098.416	696.782
		53	9698392.974	791121.508	695.655
		33	9698386.805	791151.916	696.959

Elaborado por: Palacios, J (2015)

Fecha de Control									
24-Oct-15									
PUNTO	NORTE	ESTE	Cota	desplaz (Y)	desplaz (X)	desplaz (Z)	DISTANCIA	VEL DESPLAZ	VEL ASENT
41	9698360.067	790857.651	698.614	0.004	-0.013	-0.004	0.014	0.001	0.000
42	9698369.691	790879.803	699.349	0.007	-0.006	-0.006	0.009	0.000	0.000
43	9698375.060	790903.363	699.429	0.017	-0.006	-0.002	0.018	0.001	0.000
44	9698380.429	790927.303	699.531	0.011	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000
45	9698384.256	790944.785	699.646	0.022	-0.007	0.004	0.023	0.001	0.000
46	9698388.849	790965.838	699.694	0.031	-0.011	0.005	0.033	0.001	0.000
47	9698392.857	790983.913	699.626	0.028	-0.004	0.006	0.028	0.001	0.000
48	9698396.609	791001.600	699.452	0.030	-0.005	0.003	0.030	0.001	0.000
49	9698401.676	791025.799	699.092	0.021	-0.004	0.002	0.021	0.001	0.000
50	9698406.599	791048.935	698.695	0.011	-0.002	-0.001	0.011	0.000	0.000
51	9698406.259	791073.317	697.958	0.009	-0.006	-0.003	0.011	0.000	0.000
52	9698399.390	791098.411	696.780	0.020	-0.005	-0.002	0.021	0.001	0.000
53	9698392.978	791121.515	695.651	0.004	0.007	-0.004	0.008	0.000	0.000
33	9698386.805	791151.916	696.955	0.000	0.000	-0.004	0.000	0.000	0.000

Elaborado por: Palacios, J (2015)

Fecha de Control									
30-Oct-15									
PUNTO	NORTE	ESTE	Cota	desplaz (Y)	desplaz (X)	desplaz (Z)	DISTANCIA	VEL DESPLAZ	VEL ASENT
41	9698360.071	790857.645	698.618	0.004	-0.006	0.004	0.007	0.001	0.001
42	9698369.685	790879.795	699.354	-0.006	-0.008	0.005	0.010	0.002	0.001
43	9698375.060	790903.354	699.435	0.000	-0.009	0.006	0.009	0.001	0.001
44	9698380.439	790927.296	699.536	0.010	-0.007	0.005	0.012	0.002	0.001
45	9698384.265	790944.776	699.649	0.009	-0.009	0.003	0.013	0.002	0.001
46	9698388.858	790965.829	699.697	0.009	-0.009	0.003	0.013	0.002	0.001
47	9698392.863	790983.901	699.629	0.006	-0.012	0.003	0.013	0.002	0.001
48	9698396.612	791001.590	699.457	0.003	-0.010	0.005	0.010	0.002	0.001
49	9698401.684	791025.793	699.094	0.008	-0.006	0.002	0.010	0.002	0.000
50	9698406.602	791048.930	698.697	0.003	-0.005	0.002	0.006	0.001	0.000
51	9698406.263	791073.308	697.962	0.004	-0.009	0.004	0.010	0.002	0.001
52	9698399.391	791098.401	696.783	0.001	-0.010	0.003	0.010	0.002	0.001
53	9698392.991	791121.500	695.656	0.013	-0.015	0.005	0.020	0.003	0.001
33	9698386.814	791151.912	696.957	0.009	-0.004	0.002	0.010	0.002	0.000

Elaborado por: Palacios, J (2015)

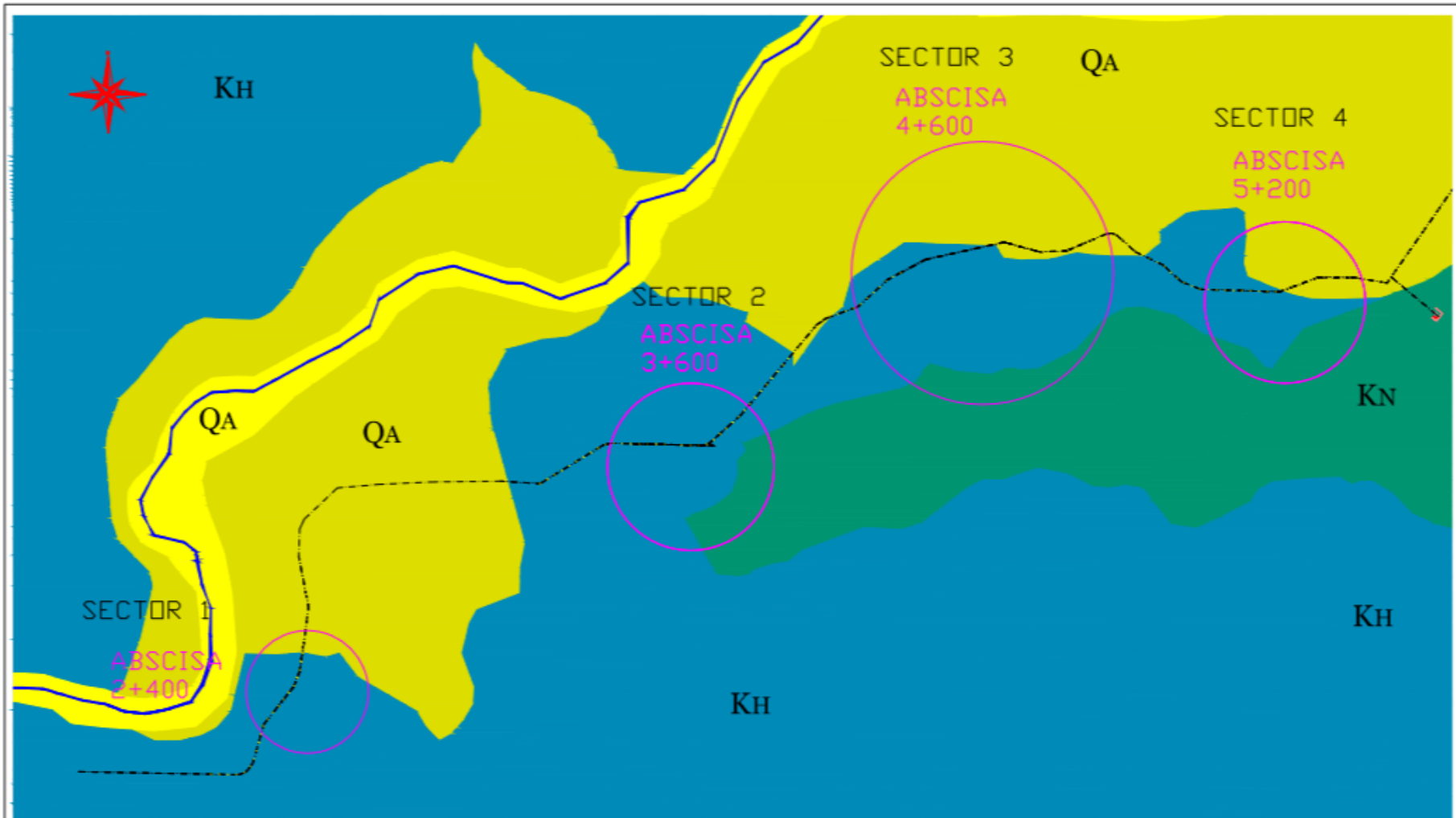
Fecha de Control									
26-Nov-15									
PUNTO	NORTE	ESTE	Cota	desplaz (Y)	desplaz (X)	desplaz (Z)	DISTANCIA	VEL DESPLAZ	VEL ASENT
41	9698360.077	790857.622	698.600	0.006	-0.023	-0.018	0.024	0.001	-0.001
42	9698369.718	790879.767	699.339	0.033	-0.028	-0.015	0.043	0.002	-0.001
43	9698375.098	790903.321	699.419	0.038	-0.033	-0.016	0.050	0.002	-0.001
44	9698380.487	790927.258	699.522	0.048	-0.038	-0.014	0.061	0.002	-0.001
45	9698384.315	790944.744	699.640	0.050	-0.032	-0.009	0.059	0.002	0.000
46	9698388.916	790965.798	699.688	0.058	-0.031	-0.009	0.066	0.002	0.000
47	9698392.937	790983.864	699.621	0.074	-0.037	-0.008	0.083	0.003	0.000
48	9698396.690	791001.554	699.448	0.078	-0.036	-0.009	0.086	0.003	0.000
49	9698401.752	791025.758	699.085	0.068	-0.035	-0.009	0.076	0.003	0.000
50	9698406.656	791048.886	698.682	0.054	-0.044	-0.015	0.070	0.003	-0.001
51	9698406.328	791073.275	697.941	0.065	-0.033	-0.021	0.073	0.003	-0.001
52	9698399.480	791098.377	696.786	0.089	-0.024	0.003	0.092	0.003	0.000
53	9698393.088	791121.473	695.650	0.097	-0.027	-0.006	0.101	0.004	0.000
33	9698386.852	791151.895	696.951	0.038	-0.017	-0.006	0.042	0.002	0.000

Elaborado por: Palacios, J (2015)

Fecha de Control									
12-Dec-15									
PUNTO	NORTE	ESTE	Cota	desplaz (Y)	desplaz (X)	desplaz (Z)	DISTANCIA	VEL DESPLAZ	VEL ASENT
41	9698360.126	790857.625	698.624	0.049	0.003	0.024	0.049	0.003	0.002
42	9698369.750	790879.781	699.366	0.032	0.014	0.027	0.035	0.002	0.002
43	9698375.122	790903.335	699.443	0.024	0.014	0.024	0.028	0.002	0.002
44	9698380.504	790927.270	699.548	0.017	0.012	0.026	0.021	0.001	0.002
45	9698384.333	790944.758	699.668	0.018	0.014	0.028	0.023	0.001	0.002
46	9698388.933	790965.806	699.720	0.017	0.008	0.032	0.019	0.001	0.002
47	9698392.944	790983.880	699.654	0.007	0.016	0.033	0.017	0.001	0.002
48	9698396.690	791001.574	699.477	0.000	0.020	0.029	0.020	0.001	0.002
49	9698401.731	791025.779	699.110	-0.021	0.021	0.025	0.030	0.002	0.002
50	9698406.616	791048.922	698.703	-0.040	0.036	0.021	0.054	0.003	0.001
51	9698406.281	791073.302	697.962	-0.047	0.027	0.021	0.054	0.003	0.001
52	9698399.418	791098.396	696.788	-0.062	0.019	0.002	0.065	0.004	0.000
53	9698393.023	791121.494	695.660	-0.065	0.021	0.010	0.068	0.004	0.001
33	9698386.819	791151.899	696.959	-0.033	0.004	0.008	0.033	0.002	0.000

Elaborado por: Palacios, J (2015)

ANEXO D: Mapa geológico del proyecto Hidroeléctrico San Bartolo.



LEYENDA	
---	Proyecto Eje Tubería
—	Río Negro
QA	Depósito coluvial
QA	Depósito aluvial
KN	Formación Napo
KN	Formación Hollín
○	Sectores de Estudios.

PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLO		
ELABORADO POR: Jonathan Palacios	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	ESCALA: 1:6000
HOLJA: 13	REV: 01	FECHA: NOV/2015
GEOLOGIA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLO		